

INEIDA VERÓNICA FERNANDES BARBOSA

**GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS NA ILHA DO FOGO
LICENCIATURA EM GEOLOGIA – RAMO EDUCACIONAL**



INEIDA VERÓNICA FERNANDES BARBOSA

GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS NA ILHA DO FOGO

“Trabalho Científico apresentado no Instituto Superior de Educação para obtenção do grau de Licenciatura em Geologia sob a orientação do Doutor Alberto da Mota Gomes”

O Júri

ISE, Data: ____/____/____.

DEDICATÓRIA

É com muito amor e carinho que dedico este trabalho científico a minha família e ao meu orientador Doutor Alberto da Mota Gomes.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho científico, foi possível graças ao apoio de outrem, por isso não quero deixar de agradecer a todos os que contribuíram directa ou indirectamente para a sua realização:

- À Deus pela força e coragem nos momentos mais difíceis durante a realização deste trabalho;
- Ao meu professor e orientador, Doutor Alberto da Mota Gomes, pelo apoio, força de vontade e esclarecimentos prestados ao longo da realização deste trabalho, mostrando-se disponível sempre que necessário;
- A toda a minha família, em especial os meus Pais, Irmãos e a minha cunhada, que nos piores momentos me apoiaram moralmente e financeiramente.
- Ao senhor José António e família pela disponibilidade e dedicação que sempre demonstraram durante as minhas pesquisas.
- Aos professores do Departamento de Geociências que contribuíram com informações valiosas.
- Ao Dr. Bila Santos pelo apoio dispensado durante a elaboração deste trabalho.
- Aos meus colegas de curso, em especial ao Nemias Gonçalves, Silvino Montrond, Silvano Tavares, Ana Borges, Elisabete Nunes, Carlos do Rosário, Elisandra Garcia, João Pedro e José Iduardo.
- Aos meus amigos, em especial ao Osvaldino, Aníbal e Filomeno, que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.
- Agradeço a algumas instituições nomeadamente, ÁGUABRAVA, através do Senhor Director, Senhor Adriano, senhor Mike e o senhor Spínola e INGRH, através de alguns técnicos, especialmente ao responsável da biblioteca, Sr. Alfama, pelas informações valiosas que permitiram o termo deste trabalho.

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

Fig. 2.1.1 – Mapa de distribuição das Ilhas nos três pedestais-----	12
Fig. 2.6.1.1 – Barragem do Poilão-----	21
Fig. 2.6.2.1 – Unidades Hidrogeológicas de Cabo Verde-----	26
Fig.3.1.1 – Mapa da Ilha do Fogo à escala 1:60000-----	27
Fig. 3.5.1.1- Carta Geológica da ilha do Fogo, na escala 1:100000-----	34
Fig.4.1.2.1 – Nascente do Monte Vermelho (Mosteiros) -----	44
Fig. 4.1.5.1- Chafariz da localidade de Fajã -----	47
Tabela 2.1.1 – Sinopse relativa à topologia das Ilhas e Ilhéus do Arquip. de C V-----	13
Tabela 2.2.1 – População residente por sexo e Ilha em 2000-----	14
Tabela 2.6.1.1 – Recursos Hídricos (milhões de m ³ /ano) -----	22
Tabela 2.6.1.2 - Disponibilidade em Água-----	23
Tabela 2.6.1.3 - Estimativa das Águas Superficiais (milhões de m ³ /ano) -----	23
Tabela 2.6.1.4 - Estimativa das Águas Subterrâneas (milhões de m ³ /ano) -----	24
Tabela 3.2.1 – Popul. residente nos agregados famil. por freguesia segundo sexo-----	28
Tabela 3.3.1 – Características Físicas das Ilhas-----	30
Tabela 3.3.2 - Análise de alguns aspectos do problema dos R. H. em C V-----	31
Tabela 3.5.2.1 – Sequência Vulcano-Estratigráfica-----	35
Tabela 4.1.2.1 – Poços existentes na ilha do Fogo-----	40
Tabela 4.1.2.2 – furos existentes na ilha do Fogo-----	42
Tabela 4.1.2.3 – Nascentes existentes na ilha do Fogo-----	43
Tabela 4.1.4.1 – Dados do Equipamento dos furos-----	46
Tabela 4.1.5.1 – Modo de abastecimento de água potável-----	48

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS ----- vi

INTRODUÇÃO ----- 1

I. ENQUADRAMENTO TEÓRICO ----- 3

 1.1. Importância da Água ----- 3

 1.2. A Água no planeta ----- 4

 1.3. Exploração dos Recursos Hídricos em Cabo Verde ----- 6

 1.4. Tratamento de água feita em Cabo Verde ----- 6

 1.5. Legislação e Regulamentação do sector da água – A Política Nacional de Água ----- 7

II. ENQUADRAMENTO DA REPÚBLICA DE CABO VERDE ----- 11

 2.1. Origem e Localização Geográfica ----- 11

 2.2. População ----- 14

 2.3. Aspectos Climáticos ----- 15

 2.4. Aspectos Geomorfológicos ----- 16

 2.5. Aspectos Geológicos ----- 18

 2.5.1. Características Gerais ----- 18

 2.6. Aspectos Hidrogeológicos ----- 20

 2.6.1. Características Gerais ----- 20

 2.6.2. Unidades Hidrogeológicas ----- 24

III. ENQUADRAMENTO DA ILHA DO FOGO ----- 27

 3.1. Localização Geográfica ----- 27

 3.2. População ----- 28

 3.3. Aspectos Climáticos ----- 29

 3.4. Aspectos Geomorfológicos ----- 31

 3.5. Aspectos Geológicos ----- 33

 3.5.1. Características Gerais ----- 33

 3.5.2. Sequência Vulcano-Estratigráfica ----- 34

 3.6. Aspectos Hidrogeológicos ----- 36

 As Unidades Hidrogeológicas ----- 36

IV. GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS NA ILHA DO FOGO ----- 37

 4.1. Águas Subterrâneas ----- 37

 4.1.1. Considerações Gerais ----- 37

 4.1.2. Inventário de Pontos de Água ----- 38

 4.1.3. Ensaio de Bombagem ----- 44

 4.1.4. Equipamentos de Furos ----- 46

 4.1.5. Exploração ----- 47

 4.1.6. Controlo de Exploração ----- 49

 4.2. Águas Superficiais ----- 50

 4.2.1. Considerações Gerais ----- 50

 4.2.2. Inventário e estudos de base das zonas favoráveis à captação de águas superficiais e construção de barragens na ilha do Fogo. ----- 50

 4.3. Água Dessalinizada ----- 51

 4.4. Águas Residuais ----- 54

CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES ----- 59

BIBLIOGRAFIA ----- 60

INTRODUÇÃO

O aumento da população, o desenvolvimento urbanístico e o crescente aumento das necessidades para irrigação, turismo, indústria e outras necessidades, aliados à seca dos últimos anos, têm provocado situações de carência hídrica que tendem a agravar-se com o tempo, se medidas urgentes e necessárias não forem tomadas. Ao contrário do que sucede com outros recursos, a água não pode ser facilmente substituída na maior parte das suas utilizações. Assim, a água torna-se num recurso precioso, tanto pela quantidade como pela qualidade, condicionante do desenvolvimento económico e do bem-estar social e, por isso, é indispensável dar uma atenção muito especial no que diz respeito à exploração e gestão controlada dos Recursos Hídricos.

Neste trabalho científico intitulado “Gestão Integrada dos Recursos Hídricos na Ilha do Fogo” pretende-se chamar a atenção às entidades responsáveis no que toca a problemática da água.

Para a elaboração deste trabalho científico foi adoptado método como: pesquisas bibliográficas, pesquisas de campo, recolha de dados, consulta em alguns sites na Internet e entrevistas feitas às seguintes entidades:

- A Delegação da Água Brava.
- A INGRH (Instituto Nacional de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos).
- Alguns Técnicos.

Este trabalho está estruturado em 5 capítulos.

No primeiro capítulo, fez-se o enquadramento teórico e foram realçados a importância da água; de seguida, falou-se da água no planeta, exploração dos recursos hídricos em Cabo Verde, tratamento da água feita em Cabo Verde, da Legislação e Regulamentação do sector da água e a política nacional da água.

No segundo capítulo, fez-se o enquadramento da República de Cabo Verde onde falou-se da origem e localização geográfica e foram abordados os aspectos climáticos, geomorfológicos, geológicos e hidrogeológicos.

No terceiro capítulo, fez-se o enquadramento da Ilha do Fogo, onde foram abordados os aspectos climáticos, geomorfológicos, geológicos e hidrogeológicos.

No quarto capítulo, debruçou-se sobre a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos na Ilha do Fogo, versando as águas subterrâneas; inventários de pontos de água (poços, furos e nascente); ensaios de bombagem; equipamentos de furos; exploração, modo de abastecimento e, controlo de exploração; de seguida, falou-se das águas superficiais; água dessalinizada, realçando os procedimentos utilizados e os seus impactos; falou-se da água residual, onde foram realçados os diversos processos a serem utilizados.

Por fim, Conclusões e Recomendações.

I. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

1.1. Importância da Água

A água constitui um elemento essencial à vida animal e vegetal. Seu papel, no desenvolvimento da civilização, é reconhecido desde a antiguidade. Hipócrates (460-354 A.C) já afirmava que “a influência da água sobre a saúde é muito grande”.

O homem tem necessidade da água de qualidade adequada e em quantidade suficiente para todas as suas necessidades, não só para protecção da sua saúde, como também para o seu desenvolvimento económico. Assim, a importância do abastecimento de água deve ser encarada sob os aspectos sanitário, ambiental e económico.

A implantação ou melhoria dos serviços de abastecimento de água traz como resultado uma rápida e sensível melhoria na saúde e nas condições de vida de uma comunidade, principalmente, através do controlo e prevenção de doenças e de preservação do ambiente.

Conclui-se, pois, que é de extrema importância para a saúde e progresso de toda a comunidade, que esta disponha de água de qualidade adequada e em quantidade suficiente para todas as suas necessidades. Contudo, tendo em vista que as águas naturais se destinam a vários fins, tais como, abastecimento de populações, indústria, entre outros, torna-se necessário um adequado planeamento da utilização dos recursos hídricos, de modo a satisfazer a estas múltiplas finalidades.

Ao contrário do que sucede com outros recursos, a água, não pode ser facilmente substituída na maior parte das suas utilizações. Assim, a água, torna-se num recurso, tanto pela quantidade como pela qualidade, condicionante do desenvolvimento económico e do bem-estar social de Cabo Verde.

Os actuais problemas que se levantam no domínio dos recursos hídricos impõem a necessidade de procurar evitar que a crescente escassez de água possa tornar um obstáculo ao desenvolvimento socio-económico. A par da procura crescente de formas de mobilizar novos

recursos, deve-se definir todos os meios possíveis de lançar mão no futuro, no sentido de racionalizar a utilização da água, de forma a obter-se o máximo de benefício para todos.

Um adequado desenvolvimento socio-económico do país não deixará, certamente, de conferir acuidade cada vez maior à problemática dos recursos hídricos, uma vez que será inevitável um considerável aumento da utilização e do consumo da água, enquanto as disponibilidades naturais tendem a escassear. Urge, pois, adoptar uma adequada política de gestão que vise, não só, um melhor aproveitamento da água disponível, mas também, um criterioso planeamento da utilização e o reconhecimento da importância da água como factor de produção nos diversos sectores de actividade económica e social.

1.2. A Água no planeta

Cerca de 2/3 da superfície do globo terrestre é formada por água, mas, deste total, segundo dados da Agência Nacional de Águas, 97,5% está em oceanos, ou seja, água salgada imprópria para consumo humano. Os 2,5% restantes de água doce encontram-se em rios e lagos, sendo que boa parte está em locais de difícil acesso, como geleiras e lençóis freáticos.

Este cenário alarmante serve para mostrar como é importante o trabalho de consciencialização das pessoas para preservação do meio ambiente e dos recursos hídricos disponíveis.

O problema da escassez de água doce já é uma realidade em vários locais do planeta. Alguns dos aspectos dessa crise vêm sendo discutidos na área académica, por autoridades políticas e organizações não-governamentais, mas o grande público ainda não percebeu a importância da questão.

A água doce é essencial para a humanidade, mas a maioria das pessoas não dão conta, ainda, de que a água também se encontra ameaçada pela poluição, pela contaminação, pelo aumento da população mundial, pelas actividades agrícolas e industriais, tornando-o mais escasso em algumas regiões, além do perigo que representa para a saúde e bem-estar do homem. Em geral, uma pessoa só toma consciência da importância da água, quando lhe falta este precioso líquido.

No mundo, cerca de 29 nações já sofrem com a escassez de água, enquanto outros países estão em situação difícil para abastecer a população, como Kuwait, Malta, Gaza, Emirados Árabes, Líbia, Singapura, Jordânia, Israel e Chipre. Para se ter uma ideia, o continente americano é o mais “rico”, no que se refere à disponibilidade hídrica, com cerca de 39,6% do total de água doce. A Ásia vem em seguida com 31,8% e, depois, a Europa e África com 15% e, por último, a Oceânia com 9,7%.

A estimativa da Organização das Nações Unidas (ONU) é que cerca de 1,2 bilhão de pessoas vive sem acesso à água potável em todo o mundo e, 2,5 bilhões não têm acesso ao saneamento básico, ficando vulneráveis a doenças fatais, como diarreia, cólera, febre tifóide e outras transmissíveis por picadas de insectos. Até 2020, a previsão é que cerca de 76 milhões de pessoas, a maioria crianças, morrerão de doenças relacionadas à disponibilidade hídrica.

O problema já é uma realidade em vários locais do planeta, preocupando cientistas e autoridades públicas e levando à adopção de medidas que evitem o desperdício ou a degradação das reservas hídricas.

O relatório anual das Nações Unidas faz terríveis projecções para o futuro da humanidade. A ONU prevê que em 2050 mais de 45% da população mundial não poderá contar com a porção mínima individual de água para necessidades básicas. Segundo dados estatísticos existem hoje 1,1 bilhão de pessoas não têm acesso à água doce.

A partir destes dados projecta-se que a próxima guerra mundial será pela água e não pelo petróleo.

Os problemas relacionados com a água estão mais ligados à má gestão desses recursos do que propriamente da escassez natural. O futuro pode ser um pouquinho melhor, se soubermos utilizar a água e criarmos soluções para situações críticas.

1.3. Exploração dos Recursos Hídricos em Cabo Verde

A exploração das águas subterrâneas efectua-se de acordo com os seguintes sistemas:

- a) Através de captação de nascentes;
- b) Através de galerias escavadas horizontalmente nos basaltos;
- c) Através da captação de aquíferos aluvionares por meio de poços e drenos transversais;
- d) Através de furos profundos que exploram os aquíferos descontínuos dos basaltos.

Estima-se, que existem cerca de 2304 nascentes (incluindo galerias), 1173 poços e 238 furos.

De realçar que nesta estimativa, só se contam os furos munidos de um meio de extracção e efectivamente explorados. Na categoria nascentes incluem-se as captadas e não captadas. A maior parte desses pontos de água encontram-se nas Ilhas de S. Antão e Santiago (cerca de 85%).

O volume global dos recursos em águas subterrâneas exploradas, é estimado em cerca de 99409 m³/d, ou seja, 36,28 milhões de m³/ano. Desse volume as nascentes contribuem com cerca de 61%, os poços com 24% e os furos com 15%.

Nas Ilhas de Boavista, Sal e S. Vicente, não existem recursos subterrâneos em quantidade e qualidade suficientes para cobrir as necessidades pelo que a dessalinização constitui a fonte básica de produção.

1.4. Tratamento de água feita em Cabo Verde

No que concerne ao controlo da qualidade e tratamento da água, são feitos de forma muito irregular, devido principalmente, aos seguintes factores:

- 1) Falta de pessoal capacitado;
- 2) Fraca capacidade operativa dos laboratórios;
- 3) Rotura constante de stock de reagentes;
- 4) Elevada mobilidade de quadros afectos à área.

O único tratamento que se efectua é a cloração. É, pois, de se concluir que uma grande parte da água consumida é de qualidade duvidosa. Análises dispersas, realizadas pelo INGRH, mostram a presença de coliformes fecais em muitas amostras e a presença de nitritos e nitratos, que podem ser indicadores de poluição recente ou remota.

Os recentes casos de cólera e o facto de doenças diarreicas constituírem uma das causas principais de morbilidade e mortalidade geral, indiciam-nos que a qualidade da água, para consumo humano, nem sempre é garantida.

1.5. Legislação e Regulamentação do sector da água – A Política Nacional de Água

A exploração e utilização da água são regidas pela lei adoptada em 1984 – Código da Água. Os principais decretos de aplicação foram promulgados em 1985 e 1987.

De acordo com o Código da Água, a água, em toda a sua forma, pertence ao domínio público do Estado e deve ser explorada e gerida de uma forma centralizada.

A competência soberana para a administração dos recursos hídricos é acordada ao Conselho Nacional de Águas (CNAG), órgão inter-ministerial, presidido pelo Ministro da Agricultura Alimentação e Ambiente e abrangendo representantes de três outros ministérios.

Como órgão executivo do CNAG, foi primeiramente definido a JRH (Junta dos Recursos Hídricos), que era responsável por tudo o que dizia respeito pela execução, exploração e gestão dos recursos hídricos. Essas funções foram parcialmente transferidas para o INGRH (Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos) e para os Municípios. As execuções dos trabalhos de construção são consignadas às agências públicas especializadas nesta área (INERF - Instituto Nacional de Engenharia Rural e Florestas) e a empresas privadas.

O CNAG, depende directamente do Conselho de Ministros. As suas competências compreendem a planificação, o desenvolvimento e a protecção dos recursos hídricos.

Aparte essas duas instituições centrais estabelecidas pelo Código de Águas, os seguintes Ministérios interferem com maior ou menor importância no sector da água:

Ministério da Agricultura, Alimentação e Ambiente – responsável pelo apoio ao desenvolvimento da agricultura, do ordenamento das bacias hidrográficas e da promoção das energias renováveis para a extracção das águas subterrâneas. Responsável pelas questões ambientais e de Protecção da Natureza.

Tutela o INGRH e o INIDA, este, responsável de entre outras atribuições, pela exploração das estações hidrológicas, agro-climatológicas e pluviométricas.

Ministério do Comércio, Indústria e Energia – Ministério de tutela da ELECTRA (Empresa Pública de Electricidade e Água) encarregue da gestão técnica e financeira da produção e da distribuição da água dessalinizada.

Ministério da Saúde – responsável pelo controlo da qualidade da água potável e da sensibilização sanitária da população.

Ministério da Infra-estrutura e Habitação – responsável pela planificação dos sistemas de abastecimento de água e saneamento dos centros urbanos.

A coordenação entre os diversos intervenientes nem sempre se faz da forma mais desejável e podemos mesmo dizer que há algum déficit.

No quadro do novo contexto de abertura política, de descentralização e da abertura do sector da água e energia à iniciativa privada, as atribuições do conjunto das instituições centrais estão em vias de serem alteradas. As funções dos organismos centrais serão focalizadas sobre os aspectos de interesse nacional, tais como a planificação, a regulamentação, regulação, a coordenação, a sensibilização e o seguimento da exploração.

A exploração da água está sujeita a um regime de licença ou concessão que fixa as condições de utilização. O CAg (código de água) define que a utilização da água em todas as suas formas está sujeita ao pagamento de taxas e tarifas definidas pela Administração.

Recentemente procedeu-se a uma revisão parcial do CAg para possibilitar o acesso e o exercício da actividade de distribuição de água para abastecimento das populações ao Sector privados, em função das opções do Governo pela liberalização do sector dos recursos hídricos.

Até recente data as companhias de distribuição de água ou eram do domínio municipal ou do domínio da administração central. Com a recente reformulação do CAg abriu-se a possibilidade do sector privado operar no domínio da produção e distribuição da água e já há companhias privadas a operarem no sector. Regista-se nesse momento uma progressiva autonomização dos serviços municipais de produção e distribuição da água, com consequente empresarialização, e um progressivo desengajamento das estruturas centrais na produção e distribuição da água potável.

Em algumas localidades as comunidades locais e associações de agricultores fazem a gestão da água, através de licenças de exploração concedidas pelos órgãos centrais de gestão dos recursos hídricos.

O princípio da gestão dos recursos hídricos, ou seja a unidade básica de gestão definida na lei, é a circunscrição hidrográfica que, para o caso de Cabo Verde, pode coincidir com uma bacia ou um grupo de bacias hidrográficas ou mesmo ter a dimensão de uma Ilha. Contudo este princípio e conceito ainda não são plenamente assimilados.

A questão da qualidade da água é regulamentada parcialmente. Não existe norma aprovada de qualidade da água para o consumo humano. De igual modo não existe normas nem para os efluentes domésticos nem industriais. Em geral apoia-se nas recomendações da OMS (Organização Mundial de Saúde).

De uma maneira geral podemos dizer que a legislação não é cumprida. Por um lado ela necessita de diversas actualizações tendo em conta as mudanças políticas registadas e por outro lado ela apresenta alguma complexidade.

As dificuldades na implementação da lei têm a ver, também, com o diérito costumeiro sobre a água, com a capacidade institucional, com a falta de recursos humanos e materiais e com alguma incoerência com outras leis elaboradas para outros sectores.

O Governo fixou o sector dos recursos hídricos como um sector prioritário com os seguintes objectivos, I) assegurar a todos os habitantes de Cabo Verde o acesso a uma água potável de qualidade II) impedir todas as águas usadas de constituir cargas poluentes, por conseguinte, prejudiciais à saúde III) valorizar a água e racionalizar a sua utilização através de tarifas de venda de água que reflectam os custos de produção, distribuição e renovação dos equipamentos e das infra-estruturas IV) preservar os recursos hídricos mobilizando-os de acordo com a evolução das necessidades dos sectores utilizadores e assegurar a perenidade dos recursos em água, salvaguardando que a exploração não ultrapasse a capacidade de renovação e que a intrusão salina seja controlada.

Para se atingirem os objectivos o Governo está a implementar projectos de abastecimento de água e saneamento nas zonas rurais e urbanas, com a assistência da cooperação bi e multi-lateral (PNUD, UE, UNICEF, Alemanha, Arábia Saudita, Estados Unidos e outros).

Tendo em conta a limitação dos recursos subterrâneos em todas as ilhas do país para fazer face às necessidades crescentes, investigações vem sendo levados a cabo no sentido de se ver a viabilidade de explorar outros recursos alternativos, designadamente, dessalinização da água do mar, armazenagem de águas superficiais através da construção de barragens, recolha e armazenamento de águas pluviais.

Para além disso, para otimizar os escassos recursos hídricos existentes, a introdução de modernas e eficientes técnicas de irrigação faz-se sentir, cada vez com mais preponderância, de forma a aumentar a quantidade de água disponível para alimentação em água potável.

II. ENQUADRAMENTO DA REPÚBLICA DE CABO VERDE

2.1. Origem e Localização Geográfica

As Ilhas de Cabo Verde elevam-se de um soco submarino, em forma de ferradura, situadas a uma profundidade da ordem de 3.000 metros. Deste soco emergem três pedestais bem distintos (Bebiano, 1932):

- Um, a Norte, compreendendo as Ilhas de Stº Antão, S. Vicente, Stª Luzia e S. Nicolau e os Ilhéus Boi, Pássaros, Branco e Raso;
- Outro, a Leste e a Sul, com as Ilhas do Sal, Boa Vista, Maio e Santiago e os Ilhéus Rabo de Junco, Curral de Dado, Fragata, Chano, Baluarte e de Santa Maria;
- E outro, a Oeste, compreendendo as Ilhas do Fogo e da Brava e os Ilhéus Grande, Luís Carneiro e de Cima (fig. 2.1.1) – Mapa de Cabo Verde e distribuição das Ilhas nos três pedestais e Tabela 2.1.1 – Tabela comparativa das dimensões das Ilhas e Ilhéus.

A formação das Ilhas teria sido iniciada por uma actividade vulcânica submarina central, mais tarde completada por uma rede fissural manifestada nos afloramentos. (Serralheiro, 1976 e Macedo et. al. 1988, adaptado por Mota Gomes et. al., 2004).

A maior parte das Ilhas é dominada por emissões de escoadas lávicas e de materiais piroclásticos (escórias, bagacinas ou “lapilli” e cinzas) subaéreos, predominantemente basálticas (Serralheiro, 1976 e Macedo et al, 1988, adaptado por Mota Gomes et al., 2004).

O Arquipélago de Cabo Verde fica localizado na margem Oriental do Atlântico Norte, a cerca de 450 km da costa Ocidental da África e a cerca de 1.400 km a SSW das Canárias, limitado pelos paralelos 17º 13` (Ponta Cais dos Fortes, Ilha de Stº Antão) e 14º 48` de latitude Norte (Ponta de Nho Martinho, Ilha Brava) e pelos meridianos de 22º 42` de longitude Oeste de Greenwich (Ilhéu Baluarte, Ilha da Boa Vista) e 25º 22` (Ponta Chã de Mangrado, Ilha de Stº Antão) (Almeida, 2001); (Fortes, 2001), (Tavares, 2001).

Distancia a cerca de 2.000 km a Leste do actual “rift” da “Crista Média Atlântica” e a Oeste da zona de quietude magnética (“quite zone”), entre as isócronas dos 120 e 140 M.A., segundo Vacquier (1972), e a dos 107 e 153 M.A., segundo Haynes & Rabinowitz (1975), argumentos invocados para se considerar que as Ilhas teriam sido geradas em ambiente oceânico. Emerge de uma região elevada do actual fundo oceânico, que faz parte da “Crista de Cabo Verde” (“Cape Verde Rise”), e que na vizinhança das Ilhas corresponde a um domo com cerca de 400 km de Largura (Lancelot et al., 1977). Presume-se que um domo daquelas dimensões representa um fenómeno importante, possivelmente relacionado com descompressão e fusão parcial (Le Bas, 1980) que forneceria a fonte dos magmas que originaram as Ilhas (Stillman et al., 1982). As Ilhas se teriam implantado por um mecanismo do tipo “hot-spot”, de acordo com alguns autores.

Fig. 2.1.1 – Mapa de distribuição das Ilhas nos três pedestais

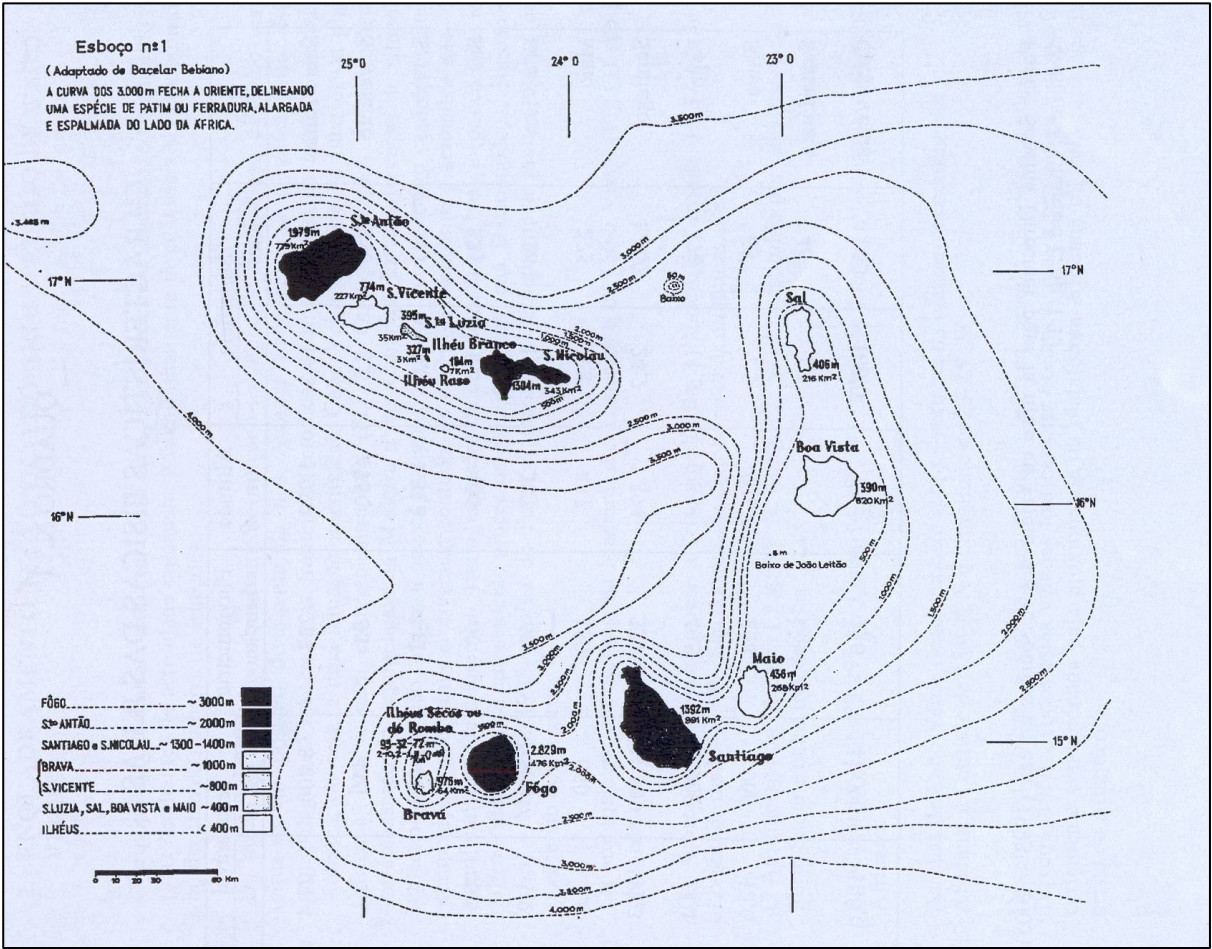


Tabela 2.1.1 – Sinopse relativa à topologia das Ilhas e Ilhéus do Arquipélago de Cabo Verde

Ilhas e ilhéus	Superfície em Km2	Comprimento máximo em metros	Largura máxima em metros	Altitude máxima em metros
St.º Antão	779	42750	23970	1978
S. Vicente	227	24250	16250	725
St.ª Luzia	35	12370	5350	395
I. Branco	3	3975	1270	327
I. Raso	7	3600	2770	164
S. Nicolau	343	44500	22000	1304
Sal	216	29700	11800	406
Boa Vista	620	28900	30800	387
Maio	269	24100	16300	436
Santiago	991	54900	28800	1394
Fogo	476	26300	23900	2829
Brava	64	10500	9310	976
I. Grande	2	2350	1850	95
I.L. Carneiro	0.22	1950	500	32
I. de Cima	1.15	2400	750	77

Fonte: Bebiano (1932)

2.2. População

De acordo com o Recenseamento Geral da População e Habitação do Instituto Nacional de Estatística de Cabo Verde do ano 2000, o Arquipélago de Cabo Verde tem uma população de 431.985 habitantes, podendo-se realçar que 207.994 são do sexo masculino enquanto que 223.995 são do sexo feminino (Tabela 2.2.1).

Tabela 2.2.1 – População residente por sexo e Ilha em 2000

Ilhas	População Residente em 2000		
	Total	Masculino	Feminino
Cabo Verde	431.989	207.994 (48,1%)	223.995 (51,9%)
Santo Antão	47.042	24.359	22.683
São Vicente	66.671	32.820	33.851
São Nicolau	13.647	6.782	6.865
Sal	14.596	7.668	6.928
Boa Vista	4.206	2.234	1.972
Maio	6.740	3.150	3.590
Santiago	234.940	109.693	125.247
Fogo	13.375	6.496	6.879
Brava	4.374	2.180	2.194

Fonte: Instituto Nacional de Estatística de Cabo Verde, 2000

2.3. Aspectos Climáticos

As Ilhas de Cabo Verde apresentam características climáticas do tipo árido e semi-árido à semelhança dos restantes países africanos que fazem parte do Sahel.

O arquipélago é afectado essencialmente por três tipos de massas de ar:

- **O Alísio de nordeste** – sopra do Norte/nordeste, é fresco e seco e pode influenciar sobretudo as Ilhas de Barlavento. Esta massa de ar é constituída por ar transportado na parte Oriental do anticiclone dos Açores e caracteriza-se pela elevada percentagem de humidade próxima da superfície devido ao seu percurso marítimo. Contudo, é seco e quente, em altitude apresenta uma acentuada inversão térmica à volta dos 1500 metros de altitude.
- **A Monção do Atlântico Sul** – vento quente e húmido que sopra do Sul, sudoeste e sudeste, provém das águas equatoriais e é responsável pelas precipitações em Cabo Verde. Trata-se de uma massa de ar do Hemisfério Sul proveniente do núcleo de altas pressões a W/SW da África do Sul e circula da parte do Atlântico compreendida entre os continentes Africano e Americano soprando de Oeste/sudeste no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio.
- **Harmatão** – massa de ar continental muito quente e seco, proveniente do deserto do Sahara, especialmente de Outubro a Junho mas com pouca frequência e duração.

Existem duas épocas que definem o clima de Cabo Verde:

- **A época húmida** que vai de Agosto a Outubro, durante a qual a C.I.T. é caracterizada por um movimento oscilatório que obriga a sua deslocação sobre as ilhas, ficando estas banhadas por massas de ar marítimo húmido, quente e instável emitida pela célula anticiclónica do Atlântico Sul. A sua instabilidade convectiva promove nebulosidade com nuvens do tipo cumulonimbos de grande desenvolvimento vertical.

- **A época seca** que vai de Dezembro a Junho em que a C.I.T. ocupa a sua posição meridional extrema ficando o arquipélago sob a influência de massas de ar estáveis transportados pelos Alísios.

Considera-se Julho e Novembro, meses de transição.

Pelo facto de as chuvas dependerem da C.I.T. a sua ocorrência é bastante irregular e desigualmente distribuída pelos diferentes pontos do arquipélago.

Para além das massas de ar, a precipitação e a humidade sofrem influências de outros factores, nomeadamente:

- **Correntes marítimas** – a Norte do arquipélago, existe uma corrente fria (Corrente das Canárias) que não favorece a ocorrência de precipitações uma vez que a massa de ar proveniente do anticiclone dos Açores é arrefecida em contacto com o mar frio e faz com que o ar se torne estável, dificultando deste modo a formação de nuvens e, consequentemente, a ocorrência de chuvas.
- **Latitude** – é o factor responsável pela diferenciação das características climáticas das ilhas.
- **Relevo** – é o factor responsável pela diferenciação em andares bioclimáticos. Basta notar que o litoral é mais árido do que as zonas mais altas. Como exemplo, as Ilhas orientais (Sal, Boavista e Maio), são mais planas e mais baixas e, por conseguinte, são mais áridas e, desta forma, possuem andares áridos e semi-áridos, enquanto que as restantes Ilhas tem uma variação climática que vai de semi-árido, no litoral, a húmido nas montanhas.

2.4. Aspectos Geomorfológicos

O Arquipélago de Cabo Verde compõe – se de dez Ilhas e treze Ilhéus que, devido à sua posição relativa aos ventos alísios dominantes que sopram de nordeste, reúnem – se em dois grupos, assim distribuídos:

- **Grupo de Barlavento** – Formado pelas Ilhas de Santo Antão, S.Vicente, Santa Luzia, São Nicolau, Sal e Boa Vista e os Ilhéus Boi, Pássaros, Branco, Raso, Rabo de Junco, Curral do Dadó, Fragata, do Chano e Baluarte.
- **Grupo de Sotavento** – Formado pelas ilhas de Maio, Santiago, Fogo e Brava e os Ilhéus de Santa Maria, Grande, Luís Carneiro e de Cima.

As Ilhas do Arquipélago de Cabo Verde apresentam um relevo importante que tem como característica orográfica dominante a existência de cadeias montanhosas, notáveis aparelhos vulcânicos bem conservados, numerosos e extensos vales muito encaixados e profundos, nas Ilhas montanhosas, com grandes zonas aplanadas apenas nas Ilhas do Maio, Sal, Boa Vista e Santa Luzia.

Caracterizam as Ilhas do relevo acidentado, aquelas com altitudes máximas acima de 1000 metros, como são os seguintes exemplos:

- Pico do Vulcão, na Ilha do Fogo, com 2829 metros;
- Topo da Corôa, na Ilha de Santo Antão, com 1979 metros;
- Pico da Antónia, na Ilha de Santiago, com 1392 metros;
- Monte Gordo, na Ilha de São Nicolau, com 1304 metros.

A Ilha Brava, com a altitude máxima de 976 metros, no Monte Fontaínhas, tendo em consideração a sua área de 64 km², poderá ser considerada, também, de relevo acidentado.

Contrariamente, as chamadas Ilhas orientais ou planas (Sal, Boa Vista e Maio) e a Ilha de Santa Luzia apresentam um relevo suave, podendo – se observar extensas zonas aplanadas, como são exemplos a Terra Boa, na Ilha do Sal, a Vila de Sal Rei, na Ilha da Boa Vista e as Terras Salgadas, na Ilha do Maio. As suas elevações máximas são bem modestas, relativamente às Ilhas acidentadas, o que se poderá comprovar pelas suas altitudes máximas:

- Monte Penoso, na Ilha do Maio, com 436 metros;
- Monte Grande, na Ilha do Sal, com 406 metros;
- Monte Estancia, na Ilha da Boa Vista, com 387 metros.

A Ilha de S. Vicente considera-se de posição intermediária, pois tem altitude máxima de 725 metros, no Monte Verde. A Ilha de Santa Luzia tem como altitude máxima 395 metros.

As rochas vulcânicas básicas, com claro predomínio das basálticas e material piroclástico associado caracterizam a geomorfologia das Ilhas.

Ainda, deve-se destacar as grandes depressões sobretudo nas Ilhas de Santo Antão e Santiago, depressões que originam dois tipos de perfis:

- Perfis transversais em U, constituídos fundamentalmente por mantos basálticos subaéreos relativamente recentes;
- Perfis transversais em V, constituídos por materiais relativamente antigos com uma percentagem considerável de argila.

2.5. Aspectos Geológicos

2.5.1. Características Gerais

Do ponto de vista geológico, o arquipélago é constituído essencialmente por rochas vulcânicas básicas com a predominância de rochas basálticas.

As ilhas de Cabo Verde têm origem em dois magmatismos diferentes:

- **Magmatismo Toleítico** (rico em magnésio) – origina as rochas antigas;
- **Magmatismo Alcalino** (rico em ferro) – origina as rochas alcalinas).

O estudo geológico das Ilhas começou com o trabalho do Geógrafo de nome J. Bacelar Bebiano, em 1932. Todavia, quer-nos parecer que faltou a esse trabalho uma abordagem da sequência estratigráfica das formações geológicas.

Os trabalhos de campo realizados pela Missão Geológica de Cabo Verde (1971-1999), sob a coordenação do geólogo António Serralheiro, debruçaram sobre o quadro estratigráfico

das Ilhas, sendo a Formação mais Antiga pertencente ao período Jurássico Superior da Era Secundária, com mais de 130 milhões de anos (representada apenas na Ilha do Maio) e a mais recente pertencente ao período Holocénico, ou actual, Era Quaternária, em todas as Ilhas.

Segundo a MULTIROCHA – ROCHAS ORNAMENTAIS – S.A., in “Projecto de Valorização dos Recursos Minerais de Cabo Verde “, 1993, o esquema vulcano-sedimentar de Cabo Verde pode resumir-se do seguinte modo, partindo das formações mais recentes (XIII) para as mais antigas (I):

XIII – Sedimentos e Piroclastos Holocénicos.

XII – Sedimentos Plistocénicos.

XI – Cones de Piroclastos e Escoadas Pliocénico – Quaternárias.

X – Derrames Pliocénicos.

IX – Complexo Eruptivo Principal, Mio-Pliocénico.

VIII – Formações Traquíticas Miocénicas.

VII – Depósitos Conglomerático – Brechóides Miocénicos.

VI – Derrames Submarinos Miocénicos.

V – Sedimentos Miocénicos.

IV – Complexo Eruptivo Interno Antigo, Paleogénico-Miocénico.

III – Sedimentos Paleogénicos.

II – Sedimentos Cretácicos.

I – Sedimentos Jurássicos

2.6. Aspectos Hidrogeológicos

2.6.1. Características Gerais

Toda a água utilizada, com excepção da água dessalinizada, tem a sua origem na chuva. Assim, os Recursos Hídricos Subterrâneos e Superficiais são alimentados pelas precipitações. Infelizmente, há dezenas de anos que a precipitação em Cabo Verde tem sido bastante irregular, com o agravante de que uma boa parte da água se perde no mar. (Tabela 2.6.1.1.).

“O balanço Hidrológico mostra que a precipitação que cai sobre as ilhas se reparte em termos médio, da seguinte maneira (Esquema Director para a Exploração dos Recursos Hídricos (1993 – 2005), Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – Conselho Nacional de Águas, Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, Abril de 1993)”:

- 67% evapora-se;
- 20% escoar-se sob a forma de escoamento superficial;
- 13% recarga dos aquíferos.

Os Recursos Hídricos Subterrâneos são estimados em 124 milhões de metros cúbicos por ano. Dessa quantidade total, apenas 65 milhões de metros cúbicos por ano é tecnicamente explorável, num ano de pluviometria regular e em 44 milhões de metros cúbicos por ano, nos períodos de seca.

Os Recursos Hídricos superficiais são estimados em 181 milhões de metros cúbicos por ano. Estes Recursos Superficiais, praticamente não são explorados, até à presente data, devido à inexistência de dispositivos de captação e de armazenamento (barragens, por exemplo). A título de exemplo acaba de ser construída a primeira barragem do País (Barragem do Poilão - figura 2.6.1.1, na Ilha de Santiago)!

Fig. 2.6.1.1 – Barragem do Poilão



Fonte: Celestino Afonso – 2006

Tabela 2.6.1.1 – Recursos Hídricos (milhões de m³ /ano)

Ilha	Precipitação mm (período médio)	Água superficial (Período médio)	Águas Subterrâneas		
			Bruto (período médio)	Explorável (período médio)	Explorável (período seco)
Santo Antão	186	27,0	28,6	21,3	14,5
S. Vicente	21	2,3	0,6	0,4	0,2
S. Nicolau	49	5,9	4,2	2,5	1,5
Sal	13	0,7	0,4	0,1	0,05
Boa Vista	42	2,5	1,6	0,7	0,3
Maio	41	4,7	2,1	0,9	0,5
Santiago	323	56,6	42,4	26,0	16,5
Fogo	233	79	42	12,0	9,3
Brava	17	2,3	1,9	1,6	1,0
Cabo Verde	925	181	124	65	44

Fonte : Schéma Directeur pour la mise en valeur des ressources en eau (1993 - 2005)
Volume 1, Chapitre 3, pg. 3.14 – Source: Project PNUD/DDES CVI – 87 -001

O estudo mais recente, realizado pela cooperação Japonesa, relativamente à Ilha de Santiago conclui, contrariamente a todos os outros estudos anteriores, que a perda através do escoamento superficial, na Ilha de Santiago, seria superior às perdas por evaporação !!! (Tabela 2.6.1.2, 2.6.1.3 e 2.6.1.4). Esta conclusão muda fortemente os dados do problema, especialmente em termos de potencialidade de recuperação das águas superficiais.

Tabela 2.6.1.2 - Disponibilidade em Água

Origem	Evaporação	Escoamento Superficial	Infiltração
CVI/75/001	50%	33%	17%
PNUD/INGRH	67%	20%	13%
Coop. Japonesa	36%	51%	13%
Valor Médio	51%	34,7%	14,3%

Tabela 2.6.1.3 - Estimativa das Águas Superficiais (milhões de m³/ano)

Ilha	PNUD	Plano Director	Cooperação Japonesa
Sto. Antão	97	27	168,4
S. Vicente	2	2,3	
S. Nicolau	14	5,9	
Sal	2	0,7	
Boa Vista	6	2,5	
Maio	4	4,7	
Santiago	108	56,6	
Fogo	87	79	
Brava	8	2,3	
Total	328	181	

Tabela 2.6.1.4 - Estimativa das Águas Subterrâneas (milhões de m³/ano)

Ilha	BURGEAP	PNUD	Plano Director	Cooperação Japonesa
S. Antão	29,2	54,0	28,6	34,9
S. Vicente	0,3	1,0	0,6	
S. Nicolau	4,3	9,0	4,2	
Sal	0,1	1,0	0,4	
Boa Vista	0,4	5,0	1,6	
Maio	1,1	3,0	2,1	
Santiago	21,9	55,0	42,4	
Fogo	21,9	42,0	42,0	
Brava	1,64	5,0	1,9	
Total	328	181	80,84	

2.6.2. Unidades Hidrogeológicas

De acordo com a sequência vulcano-estratigráfica admitida para Cabo Verde pode-se admitir a existência de três unidades hidrogeológicas:

1. Unidade Recente – constituída, essencialmente, por material piroclástico com alguns derrames associados, corresponde à última manifestação vulcânica nas ilhas. Devido à sua elevada permeabilidade relativa, poderão os seus afloramentos comportar-se como áreas preferenciais de infiltração em direcção à formação aquífera por excelência (Complexo Eruptivo Principal).

A essa unidade faz parte, também, as aluviões.

2. Unidade Intermediária – constituída por mantos basálticos subaéreos com intercalações de material piroclástico e por mantos basálticos submarinos do Complexo Eruptivo Principal. Muito bem representada em todas as ilhas e constituído por uma fácies terrestre que apresenta um empilhamento de mantos basálticos e de material piroclástico associados e por uma fácies submarina constituída por mantos basálticos (pillow-lavas) é uma das formações geológicas mais favoráveis à ocorrência

de águas subterrâneas. Estes mantos basálticos submarinos têm-se revelado, entre as formações geológicas, de idade Mio-Pliocénica, de maior potencial hídrico.

A esta unidade ainda faz parte a formação geológica de idade Pliocénica, constituída exclusivamente por mantos basálticos subaéreos.

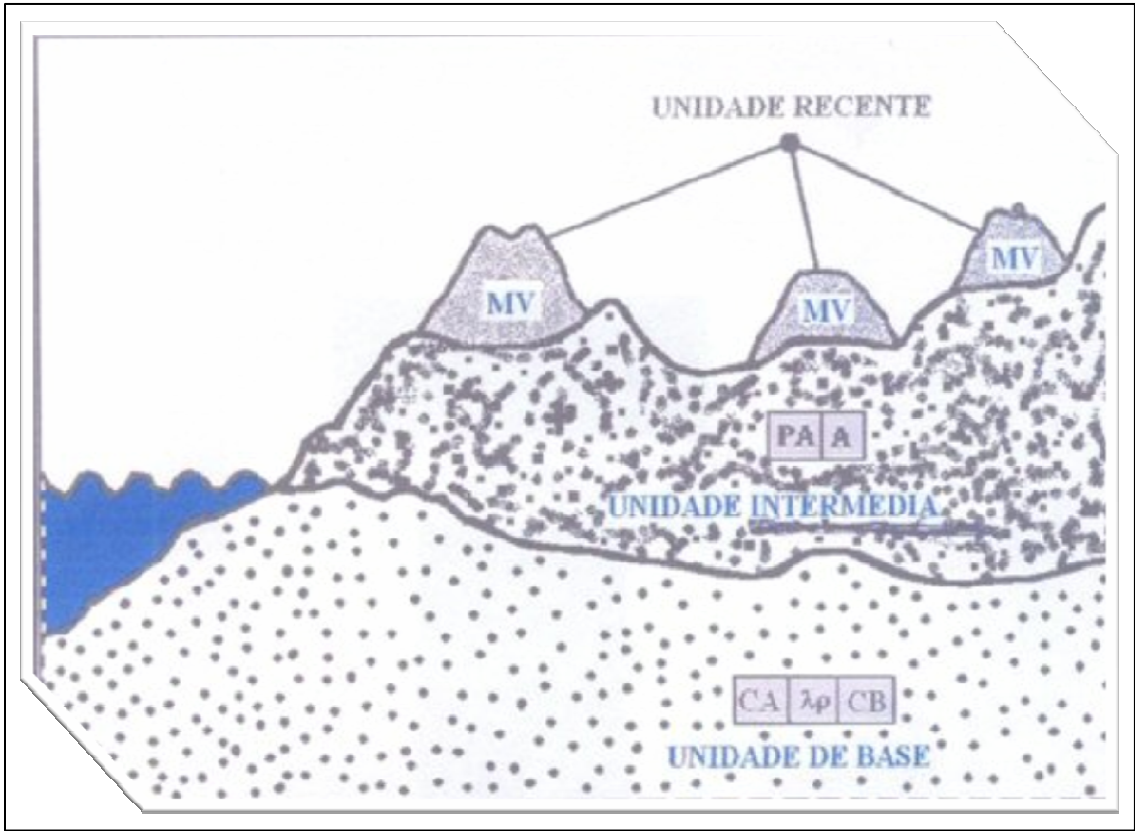
3. Unidade de Base – constituída por unidades geológicas com avançado grau de alteração, apresentando-se compactas e com certa percentagem de argila. O Complexo Eruptivo Interno Antigo, de idade Ante-Miocénico Médio a Formação submarina antiga (Miocénico-Médio) e as suas equivalentes das outras ilhas e a Formação Conglomerática-Brechóide (Miocénico Médio), são as três unidades geológicas que se agrupam nesta série.

Esta unidade caracteriza-se por possuir uma mineralização cada vez mais acentuada quanto mais antigas forem essas formações. Por isso, as medições da condutividade eléctrica no terreno e as análises químicas realizadas no Laboratório da Química da Água no Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos (I.N.G.R.H) têm-nos dado indicações seguras sobre a água e, conseqüentemente a indicação da unidade hidrogeológica em questão.

De acordo com o consagrado Hidrogeólogo EMILIO CUSTÓDIO, “In Hidrogeologia De Las Rocas Vulcanicas”, Palermo, 1-5 Novembro 1975, as Formações Vulcânicas de maior interesse hidrogeológico, sob o ponto de vista de água subterrânea, são aquelas extensas e/ou espessas e as que podem influenciar no movimento da água, como por exemplo, os diques.

O tipo de lava e a quantidade de gases acompanhantes influenciam imenso as características das formações vulcânicas resultantes. As lavas básicas, que são as predominantes em Cabo Verde, são normalmente fluidas e emanam relativamente tranquilas, dando lugar a escoadas básicas (subaéreas e submarinas), por vezes com intercalação de materiais piroclásticos, constituindo o aquífero principal das nossas ilhas.

Fig. 2.6.2.1 – Unidades Hidrogeológicas de Cabo Verde



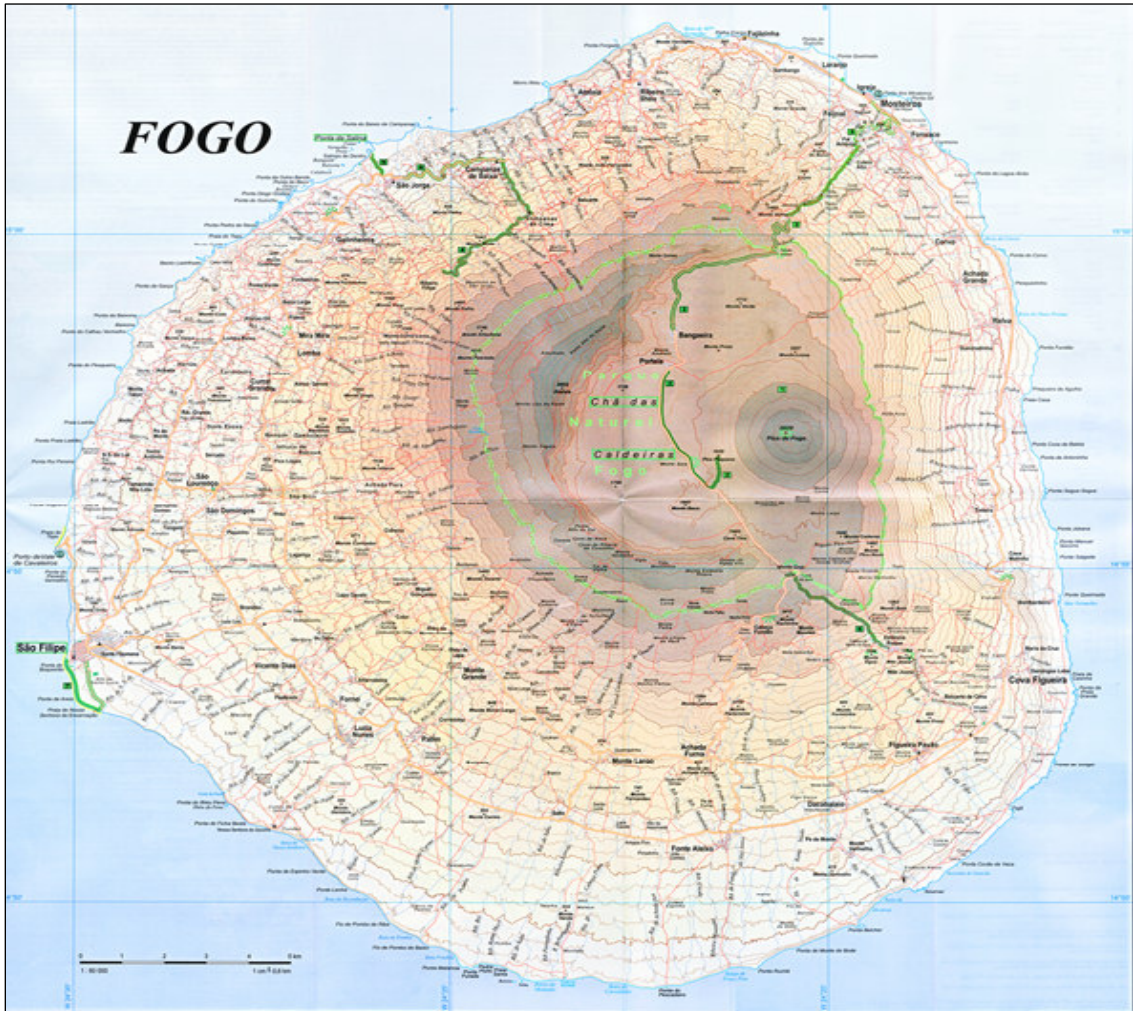
Fonte: Alberto da Mota Gomes & António F. Lobo de Pina 2004

III. ENQUADRAMENTO DA ILHA DO FOGO

3.1. Localização Geográfica

A Ilha do Fogo pertence ao grupo de Sotavento e fica situada entre os paralelos 15° 03`e 14° e 48`de Latitude Norte e entre os meridianos 24° 18`e 24° 31`de Longitude Oeste de Greenwich.

Fig.3.1.1 – Mapa da Ilha do Fogo à escala 1:60000



Fonte: Attila Bertalan, Germany, 2002

3.2. População

De acordo com o Recenseamento Geral da População e Habitação do Instituto Nacional de Estatística de Cabo Verde do ano 2000, a Ilha do Fogo tem uma população de 37.355 habitantes, podendo-se realçar que 17.927 são do sexo masculino enquanto que 19.428 são do sexo feminino (Tabela 3.2.1).

Tabela 3.2.1 – População residente nos agregados familiares por freguesia segundo sexo

Freguesias	População Residente em 2000		
	Total	Masculino	Feminino
Fogo	37.355	17.927	19.428
Nossa Senhora de Ajuda (Mosteiros)	9.469	4.517	4.952
São Lourenço (São Filipe)	9.715	4.624	5.091
Nossa Senhora da Conceição (São Filipe)	13.375	6.496	6.879
Santa Catarina (São Filipe)	4.796	2.290	2.506

Fonte: Instituto Nacional de Estatística de Cabo Verde, 2000

3.3. Aspectos Climáticos

A Ilha do Fogo, como as restantes Ilhas da República de Cabo Verde, tem um clima que é caracterizado pela sua aridez, que caracteriza-se por uma longa estação seca e com chuvas muito concentradas num curto período de tempo, durante a época mais quente do ano.

Apresenta duas estações bem distintas, a seca e a húmida. A estação seca ou das “brisas”, de Dezembro a Junho e, a estação húmida ou das “águas”, de Agosto a Outubro; os meses de Julho e Novembro são considerados de transição.

A estação das chuvas é irregular, devendo-se destacar que desde 1968 Cabo Verde tem sofrido secas prolongadas.

O clima da Ilha é afectado, essencialmente, por três tipos de massas de ar:

- Alísio de nordeste;
- Monção do Atlântico Sul;
- Harmatão.

A latitude é o factor responsável pela diferenciação das características climáticas das Ilhas.

O relevo é o factor responsável pela diferenciação em andares bioclimáticas. Basta notar que o litoral é mais árido do que as zonas altas.

A Ilha do Fogo, que no contexto do Arquipélago é considerada alta, 2.829 de altitude máxima (tabela 3.3.1) a pluviometria é a mais elevada.

Tabela 3.3.1 – Características Físicas das Ilhas

Ilha	Superfície		Altitude (m)	Pluviometria mm/ano	Terra arável	
	Km2	%			Há	%
S. Antão	785	19,3	1.979	237	8.800	21,4
S. Vicente	230	5,6	750	93	450	1,1
S. Nicolau	347	8,5	1.312	142	2.000	4,9
Sal	221	5,4	406	60	220	0,5
Boa Vista	628	15,4	387	68	500	1,2
Maio	275	6,8	437	150	620	1,6
Santiago	1.007	24,7	1.394	321	21.500	52,3
Fogo	470	11,5	2.829	495	5.900	14,4
Brava	63	1,5	976	268	1.060	12,6
Santa Luzia	46	1,1				
Cabo Verde	4.033	100,0		230	41.090	100,0

Fonte: Schéma Directeur pour la mise en valeur des ressources en eau (1993 - 2005)
Volume 1, Chapitre 3, pg. 1.1

Deve-se destacar que o principal factor para a diferenciação microclimática em Cabo Verde é a altitude.

Nas altitudes de 300 a 400 metros, a média anual das precipitações ronda os 200 a 300 mm e para as zonas sob a influência dos ventos alísios a média anual ronda os 100 a 150 mm ; em altitude, sobretudo nas encostas expostas aos ventos alísios de nordeste, as precipitações atingem 600 a 700 mm, em média, por vezes até atingem o valor de 1000 mm (Tabela 3.3.1), enquanto que nas zonas situadas entre 1000 e 1500 metros de altitude recebem 1500 mm de chuva.

Tabela 3.3.2 - Análise de alguns aspectos do problema dos Recursos Hídricos em Cabo Verde

Ilhas	Sup. Km2	Precip. (mm/A)	Esc. Sup. (mm/A)	Infiltração (mm/A)	EVT Real (mm/A)	V 01 Utilizável
S. Antão	779.0	350.0	125.0	69.0	157.0	15.0
S. Vicente	227.0	75.0	10.0	5.0	60.0	2.0
S. Nicolau	338.0	150.0	37.0	23.0	90.0	2.0
Sal	216.0	75.0	10.0	5.0	60.0	0.5
Boa Vista	620.0	75.0	10.0	5.0	60.0	0.8
Maio	269.0	100.0	15.0	10.0	75.0	0.7
Santiago	990.9	320.0	108.0	55.0	157.0	14.0
Fogo	476.0	450.0	182.0	88.0	180.0	3.0
Brava	67.4	350.0	122.0	68.0	160.0	15.0
Média		246.4	81.2	42.9	123.3	7.4
% em relação à precipitação		100	33.0	17.4	46.6	3.0

Fonte: Análise de alguns aspectos do problema dos recursos hídricos em Cabo Verde – SABINO, A. Advino

Através da Tabela nº 3.3.2 pode-se observar que as Ilhas montanhosas, caso da Ilha do Fogo, são os que apresentam maiores precipitações, assim como maior infiltração, evapotranspiração real, o volume escoado e o volume de água utilizável.

3.4. Aspectos Geomorfológicos

Com a forma arredondada, tem uma superfície de 470 Km2, sendo a quarta maior Ilha da República de Cabo Verde, com o comprimento máximo de 26.000 metros, entre a ponta Fio de Monte Vermelho, a Norte, e ponta Montado, a Sul, e a largura máxima de 24.000

metros, entre o Porto Vale dos Cavaleiros, a Oeste, e a ponta de Bombardeiro, a Leste. Apresenta um relevo bastante acidentado.

Tem uma forma, na qual se distinguem dois troncos:

- Um, exterior, que recebe o nome da Serra ou Bordeira, cujo ponto mais alto é o Monte Liso de Fonte, com 2.700 metros de altitude;
- Outro, interior, que compreende a Chã das Caldeiras e o Vulcão.

Do fundo da Chã das Caldeiras ergue-se um aparelho vulcânico secundário denominado Vulcão, que se eleva cerca de 1.100 metros. Ao seu topo corresponde a cota mais elevada da ilha e do País, 2.829 metros de altitude.

Os elementos morfológicos planos da Ilha são pouco comuns, encontrando-se apenas junto ao mar duas faixas planas:

- Uma, a Fajã dos Mosteiros, a nordeste.
- Outra, Bombardeiro, no litoral Leste.

As principais elevações da Ilha compreendem:

- Pico do Vulcão (2.829 metros);
- Monte Velha (1.500 metros);
- Curral Lorna (1.304 metros);
- Centranjuça (1.245 metros);
- Monte Capado (1.188 metros);
- Monte Diogo (1.058 metros);
- Monte Preto (1.041 metros).

A principal estrutura vulcânica da Ilha do Fogo é a própria Ilha, isto é, um grande aparelho vulcânico, centrado, de forma aproximadamente circular e com cerca de 26 km de diâmetro ao nível do mar, que se eleva desde o fundo oceânico até próximo dos 3.000 metros de altitude.

Trata-se, portanto, de um único edifício com cerca de 7000 metros de altura. É constituído principalmente por derrames basálticos e por produtos piroclásticos em menor proporção.

No topo do vulcão existe uma caldeira com cerca de 8 km de diâmetro máximo, a que falta o bordo oriental. Trata-se de estrutura gerada por colapso da parte central do aparelho vulcânico. O bordo interno da caldeira apresenta-se abrupto, com um comando máximo de cerca de 1.000 metros; esta escarpa é designada localmente por Bordeira.

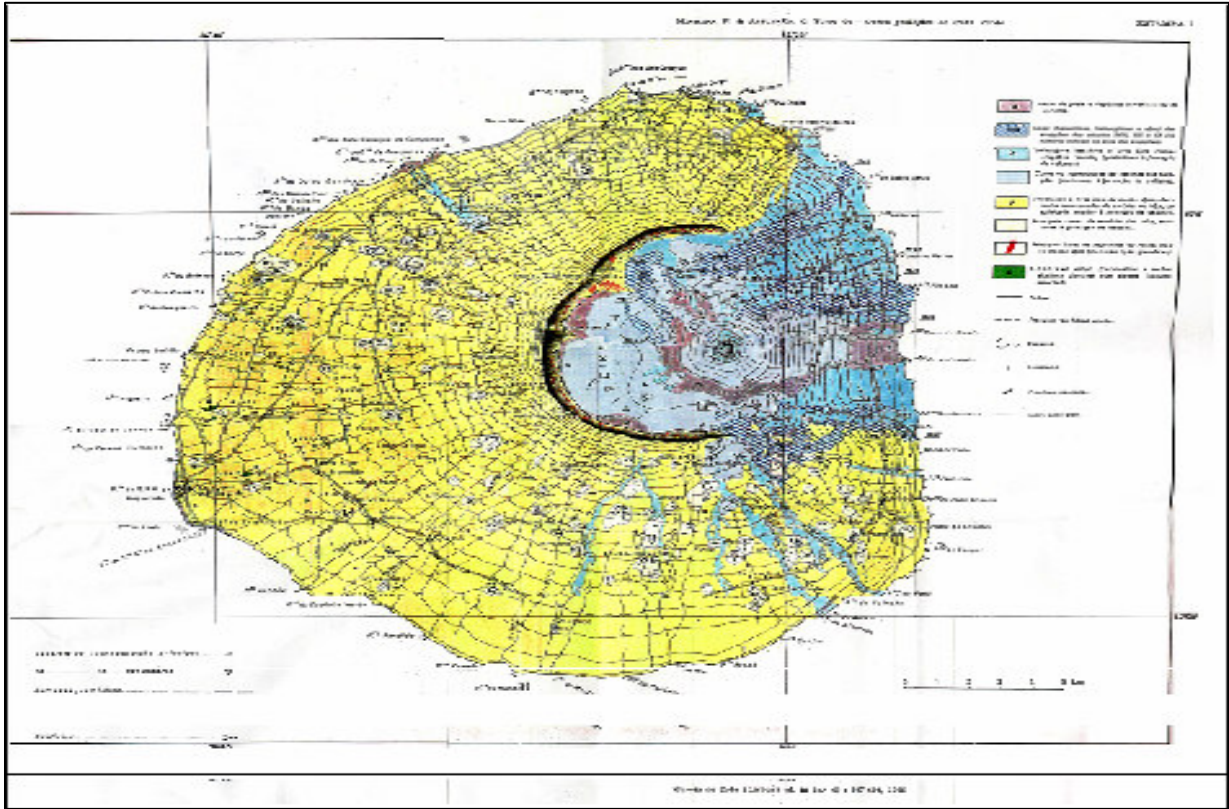
No interior da depressão, designada Chã das Caldeiras, edificou-se o Vulcão do Pico, que culmina a 2.829 metros de altitude. Este aparelho resultou de intensa actividade vulcânica, subsequente ao colapso da caldeira. Na sua base ocorreram as erupções mais recentes, várias delas históricas, entre as quais a de Abril/Maio de 1995.

3.5. Aspectos Geológicos

3.5.1. Características Gerais

A Ilha é constituída fundamentalmente por mantos e material piroclástico, de natureza essencialmente basáltica, de grande espessura e extensão.

Fig. 3.5.1.1- Carta Geológica da Ilha do Fogo, na escala 1:100000



Fonte: Machado & Assunção, 1965

3.5.2. Sequência Vulcano-Estratigráfica

Frederico Machado e C. Torre de Assunção estabeleceram a sequência Vulcano-Estratigrafica da Ilha do Fogo, ordenada da mais recente (d) a mais antiga (a) (Tabela 3.5.2.1).

- d) Areias de praia e depósitos torrenciais ou de vertente;
- c) Lavas recentes (posteriores à formação da caldeira);
 - Lavas (basaníticas, limburgíticas e afins) das erupções dos séculos XVIII, XIX e XX;
 - Limburgitos, basanitos e lavas afins doutras erupções recentes;
 - Cones ou acumulações de escórias das erupções recentes;
- b) Lavas anteriores à formação da caldeira;
 - Nefelinitos e lavas afins, alternado com camadas de escórias ou tufos;
 - Principais cones de escórias (ou tufo) anteriores à formação da caldeira;

- Principais filões de nefelinitos ou rochas mais ou menos afins (incluindo tipos granulares).

a) Complexo Antigo e sistema Filoniano Associado.

António serralheiro fez um estudo comparativo da sequência Vulcano-Estratigráfica das Ilhas da República de Cabo Verde integrado no seu trabalho “A Geologia da Ilha de Santiago (Cabo Verde)”, publicado em 1975, do qual faz parte a referência à Ilha do Fogo, que transcrevemos. Alberto Da Mota Gomes, António Filipe de Pina, Sónia Melo, José Manuel Pereira, Bila Santos e Celestino Afonso fizeram a actualização do trabalho de António Serralheiro em 2008.

Tabela 3.5.2.1 – Sequência Vulcano-Estratigráfica

Idade	Formação Geológicas
Quaternário	e, de, dv, cones de piroclastos e derrames históricos e actuais
Quaternário-Pliocénico	Numerosos cones de piroclastos e derrames associados
Pliocénico	Mantos e piroclastos
Mio-Pliocénico (C.E.P)	Mantos e piroclastos l lavas em rolos
Miocénico	Traquitos pós CB?
Miocénico	Formação conglomerático-brechóide
Miocénico	Derrames submarinos
M. médio-Paleogénico	Complexo eruptivo interno antigo (CA)

Nota importante: foi possível identificar a formação de idade Mio-Pliocénico (C.E.P) no trabalho de campo realizado na Ilha do Fogo nos dias 1, 2,e 3 de Março de 2008. Participação no atelier de sensibilização sobre a Gestão Integrada De Recursos Hídricos (GIRH) na Ilha Brava. (Alberto da Mota Gomes, Ineida Barbosa e Silvino Montrond)

3.6. Aspectos Hidrogeológicas

As Unidades Hidrogeológicas

Na sequência dos trabalhos hidrogeológicos realizados, foi possível detectar a existência de 3 unidades hidrogeológicas, da mais recente (3) a mais antiga (1).

3 - Unidade Recente – Integra a Formação de cones de material piroclástico e derrames associados, com alto grau de permeabilidade e de porosidade. Localiza-se, de preferência, nas zonas altas, com elevado índice de pluviometria e, devido à sua permeabilidade, a infiltração é privilegiada; todavia, não permite a retenção de água infiltrada, devido às suas características, o que faz com que a água seja drenada rapidamente para níveis inferiores, chegando assim ao Complexo Eruptivo Principal (CEP).

Ainda integra esta Unidade Recente as aluviões.

2 - Unidade Intermédia – Constituído pelo Complexo Eruptivo Principal (CEP), de idade Mio-Pliocénico formação mais extensa, mais espessa, ocupando a quase totalidade da parte emersa da ilha, de coeficiente de armazenamento relativamente elevado, que permite a circulação da água no seu seio e que possui uma permeabilidade que evita o esvaziamento rápido da reserva e, ainda, possui uma taxa de alimentação elevada.

Possui fracturação vertical, porosidade e permeabilidade superiores à Unidade de Base. Também faz parte dessa unidade a formação geológica de idade Plicénica, constituída apenas pela fácies subaérea.

1 - Unidade de Base – Constituída pelas 3 formações geológicas mais antigas, isto é, o Complexo Eruptivo Interno Antigo, ante-miocénico médio, a formação submarina antiga, e a formação Conglomerático-Brechóide.

Essa unidade hidrogeológica caracteriza-se por possuir uma mineralização cada vez mais acentuada quanto mais antigas forem essas formações.

IV. GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS NA ILHA DO FOGO

4.1. Águas Subterrâneas

4.1.1. Considerações Gerais*

A Hidrologia Subterrânea ou Hidrogeologia é o ramo da Hidrologia que estuda as águas subterrâneas.

A água subterrânea possui a capacidade de dissolver materiais devido às grandes superfícies de contacto, lenta velocidade de circulação e, também, facilita a dissolução do dióxido de carbono do solo não saturado, por isso; tem maior concentração de sais dissolvidos do que as águas superficiais.

A exploração das águas subterrâneas baseia, fundamentalmente na exploração de furos, poços, nascentes e galerias.

A sua qualidade depende das condições dos aquíferos, da litologia da região onde se encontra armazenada, da sua velocidade de circulação, do movimento das substâncias transportadas durante o percurso do ciclo hidrológico, podendo, no entanto, sofrer alterações na sua constituição durante e após o seu armazenameto, tratamento, transporte e manuseamento, tornando assim numa água impura.

São consideradas impurezas da água:

- Os gases, como anidrido de carbónico, anidrido sulfúrico, azoto, metano.
- Os sais minerais dissolvidos, como derivados de cálcio, de magnésio, de ferro, de sódio etc.
- Os materiais em suspensões, como bactérias, algas, protozoários, fungos e outros.

Nem sempre todas as impurezas são nocivas, algumas são inofensivas e outras, até benéficas até ao ponto de dar a água de consumo características próprias, como o sabor e evitar algumas perturbações no organismo de certas pessoas, antes se habituarem ao seu uso.

* - SEMEDO, Ana Margarete Carvalho – Gestão Integrada dos Recursos Hídricos no Conselho da Praia, ISE, 2007.

De acordo com as suas características organolépticas e composição, a água pode ser classificada em potável, poluída e contaminada.

Água Potável – Quando pode ser consumida pela população humana sem o perigo de pôr em causa a sua saúde, ou seja, deve estar livre de impurezas que podem provocar doenças e propriedades nocivas para a saúde. Neste caso, ela deve ser incolor, inodora, clara, fresca e, sobretudo, de bom sabor.

Água Poluída – Quando apresenta alterações nas suas características físicas normais próprias da água de consumo, em consequência do aparecimento ou aumento de substâncias causadoras de turvação, cor, sabor ou cheiro, ou seja, qualquer que seja a sua natureza, bem como quando sofre alterações químicas.

Contaminada – Quando contem germes patogénicos capazes de causarem doenças às populações, germes esses que podem ser as bactérias e outros microorganismos patogénicos.

Com o suporte nos trabalhos hidrogeológicos realizados nas Ilhas de Canárias, Emílio Custódio assinala que a qualidade das águas subterrâneas das rochas vulcânicas costuma ser de excelente qualidade, do tipo cálcico-magnésico-bicarbonato, nos basaltos ou nas rochas básicas, e do tipo sódico-cálcico-bicarbonato, nas rochas vulcânicas ácidas.

Ainda, segundo Emílio Custódio e Manuel Ramon Llamas, nas zonas áridas e semi-áridas, que é o nosso caso, as águas subterrâneas podem ter elevadas concentrações de sais, predominantemente, o cloro. As características químicas são função do clima, altitude, distância ao mar, ventos dominantes, tipos de rochas, tipo de permeabilidade, tempo de concentração, etc., podendo as variações serem rápidas, quer na horizontal quer na vertical.

4.1.2. Inventário de Pontos de Água

O inventário de pontos de água baseia-se na obtenção, por meio de inquérito e análise de dados relacionados com a hidrologia subterrânea da região que se estuda, resultante das informações recolhidas dos utentes de pontos de água.

Ponto de água é todo ou qualquer lugar, obra civil ou circunstância que permite um acesso directo ou indirecta a um determinado aquífero, tais como sondagens, furos, poços, nascentes, emergências, galerias, lagoas ou lagunas.

Considera-se que o inventário de pontos de água é um processo hidrogeológicas muito importante que permite conhecer rapidamente as características hidrológicas de uma zona, pelo menos nas primeiras etapas do estudo, sem se ter de recorrer a sondagens, em que o estudo é custoso e moroso.

O inquérito de pontos de água deve ser feito por pessoal competente, experiente dedicado ao trabalho.

Depois de realizado o inventário de pontos de água podem-se conhecer os seguintes dados:

- a) Perfil litológico da perfuração ou a situação geológica da zona;
- b) Posição de nível piezométrico;
- c) Características química da água extraída;
- d) Volume da água utilizado por unidade de tempo;
- e) Variação com o tempo, dos dados referentes a **b)** e **c)**.

Os pontos de água inventariados são implantados numa carta chamada carta de Inventario. O cadastro de ponto de água será feito numa ficha própria.

A exploração dos dados obtidos com o inventário dos pontos de água fornece a indicação do valor total de água extraída da zona e, conseqüentemente, um factor importante do balanço hídrico do aquífero em questão, pois constitui na realidade, parte das saídas do aquífero.

O histórico dos caudais, dos níveis piezométricos e características químicas da água subterrânea são importantíssimos para o conhecimento da evolução do tempo da exploração do aquífero, podendo ser decisiva no movimento da planificação das futuras actuações humanas sobre os aquíferos.

Normalmente, são explorados os seguintes pontos de água:

- Poços, Furos e Nascentes

Poços – perfuração na vertical de pequena profundidade (alguns metros) e diâmetros relativamente grandes (entre 2 a 5 metros).

Tabela 4.1.2.1 – Poços existentes na ilha do Fogo

Poço	Concelho
Fajazinha	Mosteiros
Covada	Mosteiros
Trás-os-montes	Mosteiros
Curral Velha	Mosteiros
Laranjo	Mosteiros
Fonte de Igreja	Mosteiros
Laranjo de Fonte da Igreja	Mosteiros
Fonte de Pedra	Mosteiros
Fajã	Santa Catarina
Lagoínha	São Filipe
Lagoa Atrás	Mosteiros
Bombardeiro	São Filipe
Morro Ilhéu	Mosteiros
Casinha	Santa Catarina
Fora Pau	Santa Catarina
Cabeça da Preta	São Lourenço
Ribeira de Tapado	Mosteiros
Praia Ladrão	São Filipe
Topo	São Lourenço
Outro Banda	São Filipe
Penteada	São Filipe

Fonte: INGRH (Instituto Nacional da Gestão dos Recursos Hídricos)

Segundo as informações obtidas no que se refere aos poços, esses estão abandonados, uma vez que a maioria está seco e, outros, não apresentam uma água de qualidade para o consumo humano, como por exemplo, o poço de Fajã, (1912) que anteriormente era utilizada para o uso doméstico mas, com a intrusão salina, deixou de ser utilizado para o consumo e é hoje utilizado apenas para a pecuária.

Furos – perfuração, de diâmetro relativamente pequeno (200 a 300 mm) e de grandes profundidades (várias dezenas de metros).

Na Ilha do Fogo (segundo dados do INGRH) há 23 furos (FFG-0001 a FFG-0023) espalhados em diferentes pontos da Ilha (Tabela 4.1.2.2).

Tabela 4.1.2.2 – furos existentes na ilha do Fogo

Nº de furos	Local	Caudal de exploração m³/dia	Tipo de furo
FFG-0001	Chã das Caldeiras	–	Reconhecimento
FFG-0002	João Pinto	–	Reconhecimento
FFG-0003	Ribeira Tortolho	–	Abandonado
FFG-0004	Ponta Verde	–	Abandonado
FFG-0005	Pondena	–	Abandonado
FFG-0006	Queimada Guincho	–	Piezometrico
FFG-0007	Mosteiros Trás	–	Abandonado
FFG-0008	São Jorge	–	Reconhecimento
FFG-0009	Alvito	312	Exploração
FFG-0010	Achada Malva	120	Exploração
FFG-0011	Achada Malva	204	Exploração
FFG-0012	Achada Malva	240	Exploração
FFG-0013	Nossa Senhora de Socorro	196,8	Exploração
FFG-0014	Nossa Senhora de Socorro	288	Exploração
FFG-0015	Monte Almada	–	Exploração
FFG-0016	Chã das Caldeiras	–	Reconhecimento
FFG-0017	Chã das Caldeiras		Reconhecimento
FFG-0018	Monte Grito	400	Exploração
FFG-0019	Xaguate	330	Exploração
FFG-0020	Relva	–	Reconhecimento
FFG-0021	Fajãzinha	120	Exploração
FFG-0022	Fajãzinha	240	Exploração
FFG-0023	Sumbango	–	–

Fonte: INGRH (Instituto Nacional da Gestão dos Recursos Hídricos)

Nascente – resulta de fissuras, gretas, ou qualquer situação que permite a saída de água subterrânea à superfície, escoando naturalmente.

Tabela 4.1.2.3 – Nascentes existentes na ilha do Fogo

Designação	Concelho
Monte Vermelho	Mosteiros
Fajãzinha	Mosteiros
Nossa Senhora Socorro	São Filipe
Praia Ladrão	São Filipe
Ponta da Garça	São Filipe
Liso da Fonte	Chã das Caldeiras
Fonte Novo	Chã das Caldeiras
Domingos Santos	São Filipe
Hortolom	São Filipe
Fonte Domingo	São Filipe
Aguadinha	São Filipe

Fonte: INGRH (Instituto Nacional da Gestão dos Recursos Hídricos)

As melhores nascentes ficam, portanto, à beira mar, entre as quais Praia Ladrão, que antigamente fornecia água doce à cidade de São Filipe e, que agora está completamente abandonada; nascente de Nossa Senhora do Socorro, cuja água não está canalizada e a nascente do Monte Vermelho que abastece o concelho dos Mosteiros.

Entre as principais nascentes do litoral temos a nascente do Liso da Fonte, na escarpa da Borda, que antigamente abastecia a cidade de São Filipe mas, agora, encontra sem água, e a nascente de Aguadinha, na vertente ocidental da Ilha, que anteriormente abastecia São Filipe e que agora distribui água para as zonas de Achada Fora e Sodelho e essas duas zonas também são beneficiadas pela água da nascente de Fonte Domingos que não é muito produtivo. É de referir que a água proveniente da nascente de Aguadinha e de Fonte Domingos é utilizada na pecuária pelas duas zonas acima referidas.

Fig.4.1.2.1 – Nascente do Monte Vermelho (Mosteiros)

Fonte: Ineida Barbosa, Silvino Montrond e Mota Gomes

4.1.3. Ensaios de Bombagem

Os ensaios de bombagem são instrumentos principais para o estudo de comportamento de furos e poços, prevenção de caudais e rebaixamentos resultantes da exploração e obtenção de valores representativos das características dos aquíferos, com a finalidade de determinar os parâmetros hidráulicos fundamentais.

Existem dois tipos de ensaios de bombagem para o estudo das características dos furos e poços:

- a) Ensaios de bombagem ou de interferência** – em que se observam os rebaixamentos produzidos em furos ou pizómetros próximos, além da observação no próprio furo ou poço submetido a bombagem;

b) Ensaio de rebaixamento ou avaliação do caudal – em que se medem os níveis de água durante toda o tempo de bombagem, apenas nos furos ou poços submetidos a bombagem.

Mede-se o nível de água ao longo da bombagem e durante a recuperação.

O tempo do seguimento da recuperação deve ser igual ao tempo da medição (rebaixamento) durante a bombagem.

Pode-se obter com um ensaio de rebaixamento ou avaliação do caudal os seguintes dados:

- Caudal óptimo ou aconselhável de exploração de furo ou poços;
- Curva característica do furo ou poço;
- Características próprias do aquífero ou relacionadas com o seu contorno;
- Elaboração de gráficos para se poder extrapolar, razoavelmente, os rebaixamentos;
- Eficiência do furo ou do poço.

4.1.4. Equipamentos de Furos

De acordo com os ensaios de bombagens realizados, procedeu-se ao equipamento dos furos (tabela.4.1.4.1).

Tabela 4.1.4.1 – Dados do Equipamento dos furos

Furos	Profundidade do furo (m)	Profundidade da bomba (m)	Nível Estático (m)	1º Elétrido de nível (m)	2º Elétrido De nível (m)
FF-9	144	134.10		128	131.23
FF-10	119	112.73	99.8	101	102
FF-11	108	103.73	70	101	75
FF-12	115.70	103.68	100.8	104	111
FF-13	163	155.10	–	150	152
FF-14	161	158.46	–	153.85	154.36
FF-18	101	99.10	99.76	83	95
FF-21	50	48	40.22	42	45
FF-22	50	43.96	–	42	42

Fonte: relatório de acção de trabalho técnicos realizado nos sistemas de bombagem de água, nos concelhos de São Filipe e Mosteiros da ilha do Fogo, no período de 25 de Agosto a 23 de Setembro de 2007

4.1.5. Exploração

Toda a gestão das águas subterrâneas é da responsabilidade da Sociedade Águabrava Lda, (Empresa Intermunicipal da Água do Fogo e da Brava), e tem como principais objectivos:

- Contribuir para o melhoramento do estado sanitário das condições de vida das populações das Ilhas do Fogo e da Brava;
- Melhorar e garantir o abastecimento de água potável para as populações.

Essa Empresa é a que faz a exploração dos furos e das nascentes e faz também a distribuição da água para a população da Ilha do Fogo.

A única nascente explorada é a de Monte Vermelho que fica nos Mosteiros. No entanto a população dos Mosteiros beneficia de uma água mista, ou seja, uma mistura da água da nascente, cujo caudal é de (330 m³/dia) e dos furos FF 21 e FF 22.

O abastecimento é feito através de redes, chafarizes (figura 4.1.5.1), e água autotransportada. (Tabela 4.1.5.1).

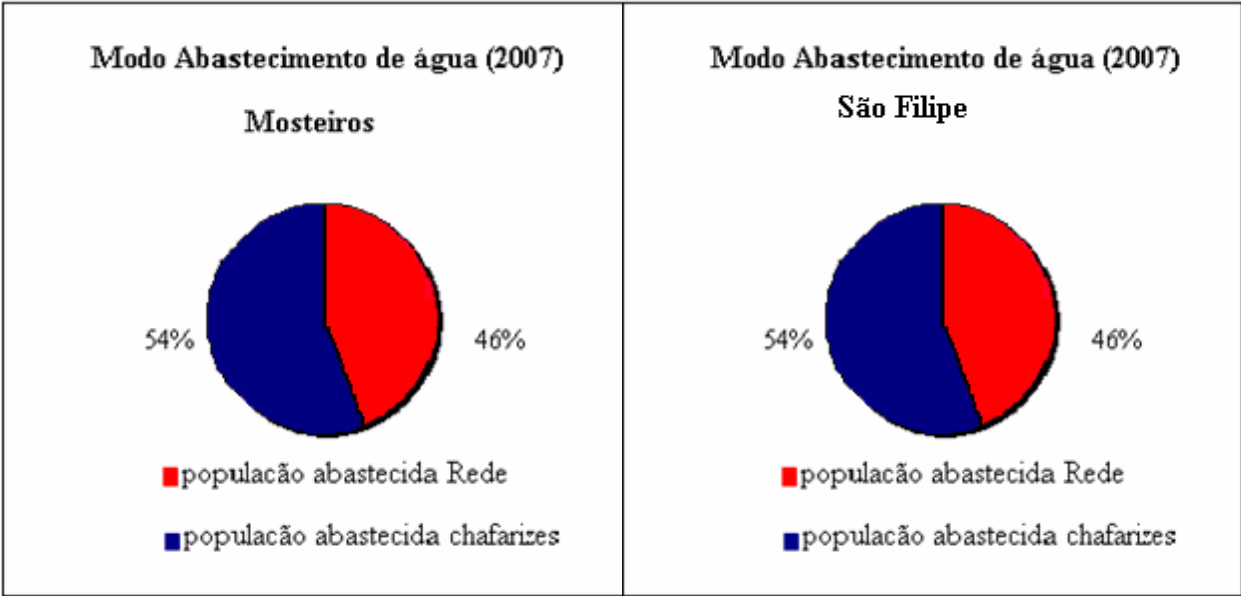
Fig. 4.1.5.1- Chafariz da localidade de Fajã.



Fonte: Ineida Barbosa, Silvino Montrond, Mota Gomes

Tabela 4.1.5.1 – Modo de abastecimento de água potável

Município	Popul. 2007	Ligaç. domic.	Nº de Chaf. Lig. a rede	Nº de chaf. c/água Autotransport.	Nº de chaf. Total	Popul. abastec. Rede	%	Popul. abastec. Chaf.	%
Mosteiros	9 853	999	7	11	18	4496	46%	5358	54%
S.Filipe	28 339	2 903	37	9	46	13 064	46%	15 276	54%
Total	38 192	3 902	44	20	64	17 559	46%	20 633	54%



Fonte: Rapport de Lancement CVE/070 – Eau et assainissement à Fogo et Brava

A exploração das águas subterrâneas na Ilha do Fogo, constituída essencialmente por mantos basálticos subaéreos (CEP) tem demonstrado que a água é de excelente qualidade, com a condutividade eléctrica variando entre 300 uS/cm e 450 uS/cm.

4.1.6. Controlo de Exploração

Na medida em que a exploração dos Recursos Hídricos não pode ser encarada sem se ter a implementação de uma rede de observação e controlo que forneça informações contínuas e periódicas necessárias e indispensáveis, a Direcção dos Serviços de Exploração e Gestão de Águas Subterrâneas (DSEGAS), hoje Instituto Nacional de Gestão Integrada dos Hídricos (INGRH), definiu uma rede de observação e controlo da Ilha do Fogo que, em linhas gerais e com ligeiras alterações, tem vindo a ser utilizada à dezenas de anos.

Devido a grande irregularidade das quedas pluviométricas nos últimos anos, com particular incidência na partir de 1968 e, simultaneamente, com o aumento da exploração dos pontos de água na principais Bacias Hidrográficas, fez-se sentir a necessidade de implementação de um controlo apertado e rigoroso da exploração, tendo em vista precaver-se da possível intrusão salina nas zonas costeiras (a jusante dos vales), do empobrecimento ou/e mesmo esgotamento das reservas hídricas nas partes altas e média da Ilha.

A observação e controle de exploração têm por finalidade os seguintes objectivos:

- A conservação dos recursos em água;
- Controlo de evolução dos níveis piezométricos;
- Controlo e luta contra a intrusão salina;
- Controlo de bombagem, cujo caudal diário não deve ser superior ao aconselhado tecnicamente pela entidade responsável.

O controlo da qualidade da água:

- Análise química;
- Análise bacteriológica.

4.2. Águas Superficiais

4.2.1. Considerações Gerais

Assim como as águas subterrâneas, as águas superficiais também originam-se a partir das precipitações

Em Cabo Verde, a exploração das águas superficiais é seriamente condicionada pelo seu tipo de escoamento, geralmente torrencial. Com efeito, a captação e armazenamento das águas do escoamento superficial é muito raro e a água mobilizada desta forma representa uma parcela muito insignificante do volume global mobilizado. Os melhores testemunhos desta prática são as cisternas, concentradas, sobretudo, na Ilha do Fogo, que captam a água que se escoia dos telhados e de superfícies impermeabilizadas e, a grande parte não é aproveitada, devido à inexistência de dispositivos de retenção e aproveitamento dessa água, a grande parte dela escoia para o mar.

Devido a inexistências desses dispositivos, há uma exploração excessiva das águas subterrâneas para o abastecimento da população, indústria, agricultura, o que torna indispensável o aproveitamento das águas superficiais de forma adequada, de modo minimizar a exploração das águas subterrâneas.

Para a construção desses dispositivos, como barragem, é indispensável levar em conta alguns factores como a topografia da região, a geologia acessibilidade, escoamento e possibilidade de abastecimento doméstico. A barragem deve ser construída em locais de boa precipitação e onde existem mantos basálticos sub aéreos que além de permitir a retenção de águas superficiais facilita a recarga do aquífero.

4.2.2. Inventário e estudos de base das zonas favoráveis à captação de águas superficiais e construção de barragens na ilha do Fogo.

De acordo com o Doutor Mota Gomes (Tese de Doutoramento), a República de Cabo Verde, há já largos anos que vem provocando parceria no sentido de implementar a execução de barragens, tendo sido apoiada pela Holanda, E.U. – USAID e Portugal, no inventário de

estudos de base das zonas favoráveis à captação de águas superficiais e construção de barragens (Projecto TR/012/001), acompanhada bem de perto por uma equipa de técnicos Caboverdianos.

A metodologia seguida consistiu, essencialmente, na pesquisa e consulta de documentação variada e disponível nos diversos Departamentos intervenientes no estudo e posterior reconhecimento preliminar dos locais previstos.

Valeu-nos ter pertencido á Missão Geológica de Cabo Verde, coordenada pelo Geólogo Português António Serralheiro, que fez o levantamento geológico da Ilha de Santiago, o que lhe permitiu publicar a carta Geológica, na escala 1:25/000, e a respectiva Notícia Explicativa, publicada em 1976.

Este trabalho foi o suporte indispensável dos trabalhos de hidrogeologia realizados pela Brigada de Águas Subterrâneas de Cabo Verde, sob a coordenação da Empresa Francesa BUGÈAP, de Setembro de 1971 a Dezembro de 1973. Deve-se salientar que após a Independência Nacional, em 1975, as Nações Unidas responderam positivamente à solicitação feita pelo Governo Cabo-verdiano que elegera a problemática de águas subterrâneas como prioridade das prioridades (PNUD/DCTD/CVI/87/001 e projecto DP/UN/CVI

No que concerne a Ilha do Fogo, valeu-nos a Carta Geológica da Ilha do Fogo e a respectiva notícia explicativa, de Frederico Machado, assim como os dados climatológicos, que nos permitiu conhecer os possíveis locais de implementação de barragens.

4.3. Água Dessalinizada*

A água salgada encontrada nos mares e oceanos forma 97.5% de toda a água existente no planeta.

O consumo de água potável cresce em ritmos alarmantes e a única saída para que não haja falta de água seriam formas de transformar a água salgada em água doce, que pode ser feito através do processo da dessalinização.

* - SEMEDO, Ana Margarete Carvalho – Gestão Integrada dos Recursos Hídricos no Conselho da Praia, ISE, 2007.

Dessalinização é um processo de tratamento da água em que se remove sais da água salgada ou salobra. Também pode ser definido como um processo que divide uma solução salina em dois caudais com salinidades diferentes.

Procedimentos

Há vários procedimentos para a dessalinização da água, como por exemplo, a Dessalinização Térmica, isto é, o mecanismo de Compressão de Vapor (MRC), Osmose Inversa e Congelamento.

A Dessalinização Térmica corresponde a um procedimento de fase, onde a água salgada é aquecida para produzir vapor, que por sua vez é condensada para produzir água doce. A água evapora-se e os sais permanecem na fase líquida que é posteriormente rejeitada.

O processo de dessalinização por mecanismo de Compreensão de Vapores, produz sempre uma água de excelente qualidade, mas não é muito aconselhável a utilização desse procedimento, visto que é muito dispendioso, isto é, gasta-se muita energia relativamente à qualidade da água produzida (12Kwh/m³) e, por outro lado, porque além da sua fonte energética estar dependente do custo do petróleo tem outras desvantagens, visto que trás problemas ambientais, com emissão de gases para atmosfera (CO₂, CO), com contribuição para o efeito de estufa, ainda utiliza produtos perigosos (ácidos) em operação de dessalinização.

Portanto, pode-se constatar que é mais aconselhável a utilização do processo de Osmose Inversa, que consiste em obrigar a água passar por uma membrana semipermeável, de modo a reter uma percentagem extremamente elevada de sais (> 95%) ou substâncias indesejáveis como Bactérias, Vírus, etc.

O processo de Congelamento consiste em congelar a água que contém uma certa quantidade de sal, e por conseguinte a parte que contém sal ficará descongelada, ao contrário do que se verifica com a parte que não contém sal; deste modo haverá uma separação entre as duas partes, isto é, uma parte salgada e a outra parte congelada doce.

Processo de Osmose Inversa

O processo Osmose Inversa é um processo de tratamento da água onde, ela movimenta de um meio de menor concentração de soluto para o meio de maior concentração de soluto, com o objectivo de atingir a mesma concentração em ambos os meios.

Em relação ao outro processo (MVC), este processo é mais rentável, há menos gastos de energia cujo consumo específico é de 4 a 4.25 kWh/m³ e produz uma água de boa qualidade.

Segundo o Engenheiro António Pedro Silva, no processo de dessalinização é de extrema importância conhecer a química da água do mar a ser utilizada, a temperatura, a eficiência, a superfície de transferência, o local e material de construção, os custos e o impacto ambiental.

Impactos da Dessalinização da Água

Impacto Ambiental:

- A poluição sonora (ruído de bombas, turbinas, ejectores....);
- A poluição do ar (evaporadores, caldeira, motores...);
- Da água (mar e lençóis freáticos, salmoura, descarga limpeza);
- Dos solos (descarga limpeza de óleos).

Impacto nas zonas costeiras:

- Na qualidade do ar e visual;
- A nível da pesca comercial e de recreio;
- Na construção das espécies e habitats na terra e no mar;
- Nos recursos marinhos;
- Na navegação;
- Acesso público;
- Nas emanações potencialmente perigosas decorrentes de acidentes.

Os custos são de duas ordens:

1. Custos de capital/investimentos

- Superfície de transferência de calor, vasos, tubos,
- Membranas permeadores, bombas AP,
- Instrumentação, pré tratamento, capacidade e número de estágios,

2. Custos operacionais

- Energia
- Mão-de-obra,
- Produtos químicos, troca de membranas.

Dos vários problemas a nível da dessalinização da água podemos destacar os elevados custos (capital e operacional), a falta de técnicos experientes a escassez de sobresselentes e dos produtos químicos e os impactos ambientais.

4.4. Águas Residuais

Processamentos *

No que concerne as águas residuais, existem quatro tipos de origem dos efluentes, que podem ser domésticos, industriais, civis e pluviais.

As águas residuais domésticas, são geralmente resultantes das actividades habitacionais, ou seja, originam das instalações sanitárias (cozinhas e zonas de lavagens de roupas), e possuem grande quantidade de matérias orgânicas, que é facilmente degradável. Por conseguinte, por ser constituído quase sempre pelos mesmos materiais, apresentam características constantes ao longo dos tempos.

* - SEMEDO, Ana Margarete Carvalho – Gestão Integrada dos Recursos Hídricos no Conselho da Praia, ISE, 2007.

As águas residuais industriais são provenientes das descargas de diversos estabelecimentos. As suas características são função do tipo e processo de produção. Casos particulares deste tipo são as águas residuais pecuárias (ou industriais biodegradáveis), como por exemplo descargas resultantes das explorações dos aviários, resultando assim contaminações químicas e/ou biológicas, apresentam no entanto características variáveis ao longo dos tempos, devido ao facto de serem constituídos por diversos tipos de compostos físicos e químicos.

Os efluentes civis origina-se sobretudo dos hotéis ou lavandarias, restaurantes e hospitais, originando respectivamente águas negras e cinzentas, gorduras alimentares e resíduos de blocos operatórios e laboratoriais, possuem por conseguinte características variáveis, por apresentar grande diversidade de compostos físicos e químicos.

Os efluentes pluviais resultam das precipitações atmosféricas, das águas provenientes da lavagem das ruas, da regra dos espaços verdes, etc., em relação aos outros tipos de efluentes este apresenta menor quantidade de produtos poluentes.

Os esgotos estão actualmente sistematizados em duas categorias fundamentais: os separativos e os unitários.

Os separativos são constituídos por duas redes distintas de colectores, uma para águas residuais domésticas e industriais e outra para as águas pluviais.

Os sistemas unitários contém uma única rede de colectores, onde são admitidos todos os tipos de esgotos.

Além desses sistemas podem também existir sistemas mistos, constituídos numa parte por rede separativa e na outra por rede unitária.

Nos locais onde não existem rede pública de esgotos deve-se procurar soluções para a disposição e tratamento das águas residuais.

Segundo o Manual de Saneamento Básico as soluções mais frequentes são:

- Latrina ou fossa seca ventilada;
- Latrina com fossa seca de compostagem;

- Latrina com fossa seca absorvente.

Latrina com fossa seca ventilada consiste num pequeno poço aberto no terreno, com ventilação, encimada por uma instalação sanitária constituída por bacia de retrete ou bacia turca de descarga.

A chaminé de ventilação permite o controlo do cheiro e de moscas, que constituem atentados a saúde pública. Essa ventilação deve ser correctamente dimensionada e, não é recomendável para diâmetros inferiores a 150 mm.

As fossas desse tipo duram por volta de oito a dez anos. A fossa deve estar afastada de qualquer ponto de água para abastecimento público e o fundo do poço deve situar-se pelo menos a 1.5 metros acima do nível freático.

A fossa pode ser esvaziada para reutilização ou posta fora de serviço, através de cobertura com uma camada de terra após o seu tempo devida útil.

Através da mistura dos resíduos dessas fossas com resíduos orgânicos (folhas, palha, ervas, lixo doméstico, etc.) Pode-se obter material fertilizante.

A latrina com fossa absorvente (ou fossa de infiltração) é uma solução pontual alternativa de descarga de água residual para os locais isolados onde não existem riscos de contaminação do aquífero. Deve ser aplicado com bacia de fecho hídrico, para garantir que nos odores provenientes da fossa não entrem para o interior da casa. As paredes devem ser revestidos nas zonas sujeitas a erosão hidráulica.

A inspecção deve ser feita uma a duas vezes ao ano e esvaziada quando o nível dos produtos acumulados se situar no máximo 0.5 metros abaixo da descarga.

No entanto, se existir a rede de esgotos, os diversos tipos de efluentes são tratados em Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), esse tratamento é feito por etapas, durante as quais se eliminam as matérias orgânicas como bactérias, excrementos, restos de comidas; matérias inorgânicas como plásticos, jóias, latas, areias e substâncias dissolvidas (biogénese), como azoto, fósforo, potássio, sódio, etc.

De acordo com o que já foi prescrito anteriormente o tratamento das águas residuais é feito por etapas:

- **Primeira etapa ou fase de tratamento preliminar**, este processo de tratamento têm início no órgão de entrada, onde se faz a separação dos lixos mais grosseiros do efluente através de grades mecânicas, e a separação das areias mais grossas num desanador. Este desanador consiste num sistema de expiração de areias, normalmente designada por “Air Lift”. Esta etapa tem por objectivo evitar o entupimento nas etapas subsequentes;
- **Segunda etapa ou tratamento primário**, onde se continua a eliminar os restos de areias e matérias orgânicas. De seguida a água é lentamente transferida e acumulada um tanque de decantação primária, onde permanece estagnada, de modo a permitir o depósito das partículas mais pesadas e coagulação das substâncias gordurosas designada de lodo sedoso que é removido posteriormente e decomposta para ser posteriormente utilizada como fertilizantes;
- **Terceira etapa ou tratamento secundário**, consiste num tratamento biológico dos efluentes pelo processo de lamas activas ou pelo processo de biofiltros de gotas. Nesta etapa eliminam-se os microorganismos patogénicos e a matéria orgânica que restou da fase anterior.

Limpeza com biofiltros de gotas – instalam-se aspiradores sobre uma camada de cascalhos de cerca de dois a três metros de profundidade, nos quais se desenvolvem microorganismos decompositores, que encarregam de decompor a matéria orgânica e microorganismos patogénicos. Para a eliminação de microorganismos decompositores a água é de seguida transferida para um tanque de decantação secundária.

Limpeza com a adição de lamas activas ou “**Iodo Activo**” – do tanque da decantação primária a água passa para um reservatório tipo de piscina onde é misturado com lodo activo. Os decompositores do lodo activo eliminam a matéria orgânica que os microorganismos patogénicos. Para a eliminação dos microorganismos decompositores a água é a seguir transferida para um tanque de decantação secundária.

- Tratamento terciário ou desinfecção final, nesta etapa faz-se a limpeza complementar e eliminam-se os biogénese; para isso é utilizado cloro, ozono e/ou radiações ultravioletas. Por ser uma etapa muito cara não é acessível a todos os países e por esta razão muitas das vezes não é utilizada esta etapa, ficando assim tratamento incompleto.

Nota importante: As descargas desses efluentes devem ser feitas em locais apropriados de forma a não causar perigo a saúde pública.

Os esgotos tratados têm um papel fundamental no planeamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos substituindo o uso de águas destinadas a fins agrícolas, enquanto que os “Todos sedosos” serão utilizados como fertilizantes. Por isso, aconselha-se o tratamento de águas residuais, uma vez que trará benefícios as populações e, não só como também para o meio ambiente, evitando que essas águas do esgoto fiquem ao céu aberto e, conseqüentemente, trazer problemas as populações e, evitando também que essas águas sejam lançados directamente para o mar pondo em risco algumas das espécies marinhas.

CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES

Com este trabalho, foi possível constatar que na Ilha do Fogo há necessidade de melhorar a forma de abastecimento da água potável. A cobertura da água potável é insuficiente uma vez que, uma boa parte das populações deslocam-se aos chafarizes para poderem ter acesso a água potável.

Há necessidade de se fazer um estudo mais aprofundado sobre a hidrologia subterrânea na Ilha do Fogo.

Há uma pressão excessiva sobre as águas subterrâneas, mais concretamente a exploração dos furos e, por isso, há que se recorrer a outras formas de exploração dos Recursos Hídricos.

Sendo uma Ilha que apresenta maior escoamento superficial em relação às outras restantes, torna-se necessário adoptar medidas para o melhor aproveitamento dessa água, tornando-se aconselhável a captação e armazenamento dessas águas através de barragens.

As outras formas de exploração de Recursos Hídricos são a dessalinização da água do mar e tratamento das águas residuais.

Face às conclusões obtidas, achou-se necessário fazer algumas recomendações que visam melhorar a gestão dos recursos hídricos na Ilha do Fogo:

- Fazer uma gestão correcta das águas subterrâneas e garantir que a exploração dessas águas se faça de acordo com as suas capacidades de renovação;
- Lutar contra a intrusão salina;
- Análise periódica da qualidade da água captada e explorada;
- Construção de reservatórios públicos e privados para o armazenamento de águas superficiais;
- Construção de barragens de pequeno e médio porte;
- Implantação de uma estação de tratamento de águas residuais, tendo em vista a sua utilização para rega;
- Aconselha-se a utilização da dessalinização da água do mar;
- Sensibilização da população para o uso correcto da água.

BIBLIOGRAFIA

MACHADO, F. e ASSUNÇÃO, C. T. (1965) – Carta Geológica de Cabo Verde (na escala de 1/100000), Notícia explicativa da Ilha do Fogo – Estudos petrográficos.

MOTA GOMES, A. (1995) – A Geologia e a Hidrogeologia do Fogo. Praia.

MOTA GOMES, A. (1997) – A Erupção Vulcânica de 1995 na Ilha do Fogo – Erupções Observadas na Ilha do Fogo. Praia.

MOTA GOMES, A. (2007) – Tese de Doutoramento (A Hidrogeologia e Recursos Hídricos da Ilha de Santiago).

RAPPORT DE LANCEMENT CVE/070 – Eau et assainissement à Fogo et Brava.

RIBEIRO, O. (1997) – A Ilha do Fogo e as suas Erupções. Lisboa.

SEMEDO, Ana Margarete Carvalho. (2007) – Gestão Integrada dos Recursos Hídricos no Conselho da Praia. Praia. ISE.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATISTICA – *Censo 2000.*

INGRH. (2000) - *Visão Nacional Sobre a Água, a Vida e o Ambiente no Horizonte 2025.* Praia.

[http: //www.google.pt](http://www.google.pt) acedido em 02 de Maio de 2008.